Ambiente | IDEAM

4CNCC

Cuarta
Comunicación Nacional de Cambio Climático
y Segundo Informe Bienal de Transparencia de Colombia (BTR)



Conocer es el primer paso para adaptarse...

Implementar es el segundo paso para transformar

Financiado por: SOMOS CLIMA, gef

Implementado por: Gobierno de Colombia, Fundación Natura Colombia, PNUD

Agradecimientos

Gobierno de Colombia

DNP

Ambiente

IDEAM

Con el apoyo de

Transparencia Climática Colombia

SOMOS CLIMA

gef

Fundación Natura Colombia

PNUD

SPAR6C
Apoyo a la Preparación para la Cooperación bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París

GGGI

GIC-LAC

Alianza Bioversity & CIAT

Climate Smart Agriculture Initiative New Zealand

CGIAR CLIMATE ACTION

CGIAR SCALING FOR IMPACT

Por encargo de:

Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección del Clima, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

Interfaz

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Agradecimientos

Ministerios

Educación · Transporte · Comercio, Industria y Turismo · Agricultura · Ministerio de Minas y Energía · Salud · Vivienda

Institutos

Instituto amazónico de investigaciones científicas SINCHI · Instituto Humboldt Colombia · invemar · IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi · Dimar Dirección General Marítima Autoridad Marítima Colombiana

Otras Instituciones

ecopetrol · FEDEGAN · APC Colombia · INVIAS Instituto Nacional de Vías · UNGRD Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

UPRA · Fondo Adaptación · OTTC Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento · Cenicafé Centro Nacional de Investigaciones de Café · Federación Nacional de Cafeteros de Colombia · AsoBanCaria · Banco Agrario de Colombia

FINAGRO · CONNECT BOGOTA REGION · a2censo · bvc Bolsa de Valores de Colombia · Reddi · Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación

Nodo Amazonia Orinoquia RedCOLSI · GGGI · WORLD RESOURCES INSTITUTE · AGROSAVIA Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Universidades

UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA · UNIVERSIDAD EAFIT Abierta al mundo · ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO · Universidad de La Sabana · GRIFFITH UNIVERSITY

Autoridades ambientales

El Hombre por Naturaleza Cornare · CORPOAMAZONIA · Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría de Ambiente Bogotá · Área Metropolitana Valle de Aburrá

Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático (4CNCC) y Segundo Informe Bienal de Transparencia (BTR 2) de Colombia

REPÚBLICA DE COLOMBIA

Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República

Francia Elena Márquez Mina
Vicepresidenta de la República

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES

Rosa Yolanda Villavicencio Mapy
Ministra de Relaciones Exteriores

Mauricio Jaramillo Jassir
Viceministro de Asuntos Multilaterales

Diana Patricia Mejía Molina
Directora de Asuntos Económicos, Sociales y Ambientales Multilaterales

Ana María Rivero Santos
Asuntos Económicos, Sociales y Ambientales Multilaterales

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Irene Vélez Torres
Ministra (e) de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Edith Bastidas Calderón
Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

Luz Dary Carmona Moreno
Viceministra (e) de Ordenamiento Ambiental del Territorio

María Fernanda Torres Penagos
Directora de Cambio Climático y Gestión de Riesgo - DCCGR

Mauricio Galván Gómez
Coordinador del Grupo de Mitigación - DCCGR

Luis Alberto Guerra Vargas
Coordinador del Grupo de Adaptación - DCCGR

Zoraida Piedrahíta Calle
Coordinadora del Grupo de Gestión Integral del Riesgo - DCCGR

Juan Pablo Benavides Peña
Líder de Estrategias Climáticas NDC y E2050

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

Ghisliane Echeverry Prieto
Directora general

Elizabeth Patiño Correa
Subdirectora de Estudios Ambientales

Leonardo Alfredo Pineda Pardo
Coordinador del Grupo de Cambio Global

Andrés Felipe Tapiero Ríos
Profesional del Grupo de Comunicaciones y Prensa

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN - DNP

Natalia Irene Molina Posso
Directora general

Javier Pava Sánchez
Director de Desarrollo Ambiental Sostenible

Rovitzon Ortiz Olaya
Subdirector general de Prospectiva y Desarrollo Nacional

Claudia Liliana Merchán Fajardo
Subdirectora de Cambio Climático y Gestión de Riesgos

Martha Cecilia García Buitrago
Subdirectora general de Inversiones, Seguimiento y Evaluación

David Santamaría Tobar
Director de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas

Mariana Arango Cadavid
Subdirectora de Seguimiento

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO - PNUD

Sara Ferrer Olivella
Representante residente

Jimena Puyana
Gerente de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Carla Zacapa Zelaya
Representante residente adjunta

Catalina Quintero
Analista jefe en Cambio Climático

Ana María Pulido
Analista en Cambio Climático

Daniela Miranda
Profesional en Comunicación Ambiental

FUNDACIÓN NATURA

Clara Ligia Solano
Directora ejecutiva

Claudia Lorena Franco
Subdirectora de Cambio Climático

Nancy Vargas Tovar
Subdirectora de Región Caribe

Sandra Galán
Subdirectora de Gobernanza, Territorios Étnicos y Áreas Conservadas

Claudia Céspedes
Subdirectora de Restauración y Compensaciones

Eliana Garzón
Jefe de Comunicaciones

PROYECTO 1BTR, 4NC+2BTR (IDEAM - PNUD - FUNDACIÓN NATURA) - UNIDAD COORDINADORA

Leonardo Alfredo Pineda Pardo
Coordinador general

Juan Camilo Molina Betancur
Profesional de enlace técnico

Yina Viviana Sora Sánchez
Profesional administrativa y financiera

Stefany García Téllez
Profesional de comunicaciones

Daniela Alzate Férez
Diseñadora gráfica

PROYECTO GEF-CBIT "TRANSPARENCIA CLIMÁTICA COLOMBIA" (IDEAM - PNUD - FUNDACIÓN NATURA)

Laura María Aranguren Niño
Coordinadora

Carol Samanta Narváez Blanco
Profesional de enlace técnico

Natalia Andrea Garzón Vargas
Profesional de monitoreo y evaluación

Yina Viviana Sora Sánchez
Profesional administrativa y financiera

COORDINACIÓN TÉCNICA

Leonardo Alfredo Pineda Pardo
Laura María Aranguren Niño

Elizabeth Patiño Correa
Juan Camilo Molina Betancur

AUTORES (líderes y coordinadores de capítulos)

Pineda Pardo, Leonardo Alfredo; Patiño Correa, Elizabeth; Aranguren Niño, Laura María; Bernal Escobar, Daniela María; Garcés Jiménez, Sergio Andrés; Aristizábal Hernández, Javier Darío; Toro Huertas, Eliana Isabel; Buriticá Salcedo, Yennifer Alexandra; Calderón Rodríguez, Johan Manuel; Obando Estupiñán, Lina Alejandra; Gómez Caro, Sindy Andrea; Cárdenas Domínguez, Richard Ferley; Narváez Blanco, Carol Samanta; Rodríguez González, Ángela Liliana; Saavedra Muñoz, Carlos.

AUTORES (en orden alfabético)

Abril Cabrera, Lizeth Yurany; Álvarez-Espinosa, Camilo; Arévalo Amaya, Andrés Armando; Armenta Porras, Guillermo Eduardo; Arias García, Juan Carlos; Arias Zapata, Jhonatan Andrés; Avella Ostos, Diana Carolina; Baquero Vergara, Ofelia; Ballesteros González, Karen; Barón López, Genoveva; Barrera, Marta Alexandra; Benavides Peña, Juan Pablo; Bernal, César Augusto; Bermúdez Rivas, Christian; Bojacá Matiz, Juan Felipe; Buitrago Benavides, Dalia Mercedes; Cabrera Montenegro, Edersson; Calderón Rodríguez, Daniela Alejandra; Calderón Rodríguez, Gina Graciela; Cárdenas Dominguez, Richard Ferley; Cárdenas Saavedra, Jairo Neftalí; Cardona Ruiz, María Cecilia; Carvajal Vanegas, Andrés Felipe; Castaño Correa, Juan Pablo; Castaño Velásquez, Alexánder; Castro Jessen, Gina Paola; Castro Moreno, Carolina; Ceballos Liévano, Jorge Luis; Celis Gil, Liliana Vanessa; Chitivo Pacanchique, Leydi Rocío; Cruz Mendoza, Andrés Felipe; Cuervo Cuéllar, María Patricia; David León Sarmiento, Arnold César; Devis Posada, Pablo; Duarte Durán, Carlos Alberto; Escobar Díaz, Fredy; Espitia, Javier; Estrada Barrios, Corina del Pilar; Galindo, Gustavo Adolfo; Garay Bohórquez, César Ignacio; García Diego, Henry Manuel; García Valencia, Carolina; Garzón Cadena, Néstor Roberto; Garzón Contreras, Sandra Patricia; Garzón Herrera, Wendi Yurani; Garzón Lamprea, Claudia Carolina; Gómez Guzmán, Camila Andrea; Gómez Quiroz, Fredy Alejandro; González Arenas, José Julián; Grajales Amórtegui, Julián Nicolás; Gualdrón Pacheco, Tonny Alberto; Guio Sandoval, Diego Camilo; Hernández, Alejandro; Hernández Garzón, Michelle; Hernández Llano, Ana (o Malagón Llano); Hernández-Narváez, Desireé; Herrera, Miguel Ángel; Herrera Prieto, Juan Camilo; Jaramillo Rodríguez, Ómar; Londoño Hernández, Derly Johana; López, María Fernanda; López Uribe, Fiorella; Lozano Borda, Marcela; Malagón Llano, Ana; Manzano, Ricardo; Martínez Serrano, Saida; Martínez Vallejo, Leonel Alexánder; Mateus Fontecha, Lady; Medina, Angie Natalia; Medina Petro, Blanca Cecilia; Mejía Peñata, Daniela Yulieth; Mendoza González, Diana Patricia; Millán Bautista, Ómar Bernardo; Molina Restrepo, Willi; Molina Suárez, Paola Andrea; Molina Betancur, Juan Camilo; Moreno Quitían, Héctor William; Moreno Saboyá, Yamile Andrea; Moreno Rincón, Juan Leonardo; Moyano Medina, Santiago; Noguera-Urbano, Elkin A.; Novoa Díaz Suyapa, Stephany; Niño Moreno, Laura Carolina; Pinilla Orozco, Jessica; Ortiz Gallego, Ricardo; Páez Saavedra, Julián David; Panche Chocué, Jeferson Danobis; Pérez Mesa, Daniela Fernanda; Pineda Ortiz, Yazmín Amparo; Pulido Guio, Ana Derly; Quijano Ferrín, Joao Camilo; Quintero Lño, Christian Camilo; Recalde García, Stephanía; Ricaurte Villota, Constanza; Rivera Tirado, Claudia Giovanna; Riveros Bustos, María Fernanda; Robles Sánchez, Andrés Felipe; Rodríguez Peña, Sandra Milena; Rojas Mosquera, Fabián Ernesto; Rojas Cachope, Diego Mauricio; Romo Lucero, Bilma Alexandra; Sánchez Vargas, Yolima Paola; Sandoval, Diego Camilo; Sierra Correa, Paola Cristina; Sierra Rozo, Ómar Alfonso; Sichacá Ávila, Francisco Javier; Traslaviña Saavedra, Nubia; Trujillo Ayerbe, Blanca Liliana; Ucrós Pinzón, Natalia; Valle Parra, Juan Sebastián; Valencia Molina, Manuel Camilo; Vargas Torres, Gina Fernanda; Vásquez López, Laura Marcela; Vega Cabrera, Alejandra; Vera Lugo, Miguel Fernando; Villamil Merchán, Angie Camila.

DISEÑO DE CARÁTULA

Daniela Alzate Férez

Este documento se enmarca dentro de las líneas de investigación del Grupo de Investigación en Sistemas Ambientales del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam.

El presente documento corresponde a la versión final aprobada por la Comisión Intersectorial de Cambio Climático y presentada ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como respuesta a los compromisos de Colombia con el Acuerdo de París y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Cítese como:
Ideam, MinAmbiente, DNP, Cancillería, PNUD y Fundación Natura. (2026). *Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático y 2.° Informe Bienal de Transparencia de Colombia.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam.

ISBN (digital): 978-958-5489-68-4
DOI: 10.5281/zenodo.23510245

Bogotá, D. C., Colombia.
Depósito legal que establece la Ley.

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam
Calle 25 D N.° 96 B -70, Bogotá, D. C.
PBX: +57 (601) 352 7160
contacto@ideam.gov.co

AGRADECIMIENTOS

Este documento ha sido elaborado y construido con el apoyo del proyecto GEF "**Primer Informe Bienal de Transparencia «BTRI» y «BTR II/Cuarta Comunicación Nacional**»", financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), liderado técnicamente por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y apoyado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; además, cuenta con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como agencia implementadora y con la Fundación Natura, en calidad de socio ejecutor.

Así mismo contó con el apoyo fundamental del proyecto GEF-CBIT "**Transparencia Climática Colombia**", financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), liderado técnicamente por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y apoyado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; además, cuenta con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como agencia implementadora y con la Fundación Natura, en calidad de socio ejecutor.

Para el fortalecimiento de capacidades en la estimación de emisiones provenientes de los sectores Agricultura y Silvicultura, usos del suelo y cambios de uso del suelo (LULUCF) y la formulación del plan de mejora, se contó con el apoyo del proyecto **"Fortalecimiento de los objetivos nacionales de mitigación y apertura de un camino para reducir emisiones en los sistemas agroalimentarios de América Latina y el Caribe**" financiado a través de la Iniciativa de Agricultura Climáticamente Inteligente del Gobierno de Nueva Zelanda como parte de su contribución a la Alianza Global para la Investigación sobre los Gases de Efecto Invernadero en la Agricultura (GRA), y del CGIAR mediante los Programas de Acción Climática y Escalando para el Impacto.

Para la construcción del capítulo relacionado con la información necesaria para realizar el seguimiento de los progresos realizados en la implementación y el logro de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), se recibió el apoyo de la "**Iniciativa Internacional sobre el Clima (IKI)**" del Gobierno Federal de Alemania. Dentro del Gobierno Federal, la IKI depende del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Acción Climática, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMUKN).

Así mismo, en este capítulo contamos con el apoyo técnico para la construcción de las proyecciones y la cuantificación de resultados de mitigación de la medida de generación eléctrica del sector energía, y recibimos información fundamental sobre costos de abatimiento y mercado voluntario de carbono para la construcción del capítulo relacionado con la financiación, la transferencia de tecnología y el fomento de capacidad necesarios y recibidos, por parte del **Instituto Global para el Crecimiento Verde (GGGI)**, a través del Programa **SPAR6C "Apoyo a la preparación para la cooperación en el marco del artículo 6"** , financiado por la Iniciativa Climática Internacional del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección del Clima, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania.

Adicionalmente agradecemos la información referente a los impactos positivos y adversos de las medidas de respuesta de la NDC 3.0, la cual fue construida con el apoyo de la **Cooperación Alemana para el Desarrollo - GIZ Colombia**, a través del proyecto **"IKI SPA (Support Project for the Implementation of the Paris Agreement)",** por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección del Clima, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (BMUKN), en el marco de la Iniciativa Climática Internacional (IKI).

Por último, expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todas las entidades, autores, colaboradores y proveedores de información que, con su rigor técnico, compromiso institucional y valiosos aportes, permitieron la consolidación de esta Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático y el Segundo Informe Bienal de Transparencia de Colombia. Reconocemos especialmente la labor de los **institutos de investigación del Sistema Nacional Ambiental (SINA)**, los ministerios sectoriales y entidades territoriales que facilitaron datos fundamentales y colaboraron conjuntamente para la construcción del informe. Extendemos nuestra gratitud a la comunidad académica, a los expertos internacionales y a las organizaciones de la sociedad civil, cuya participación como autores y revisores fue crucial para garantizar la calidad, transparencia y solidez científica de cada uno de los siete capítulos. Asimismo, valoramos profundamente el apoyo técnico y financiero de nuestros aliados en la cooperación internacional, resaltando los roles del **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)** y de la **Fundación Natura** que han sido pilares estratégicos en el fortalecimiento de las capacidades nacionales para la acción climática.

Presentación

A lo largo de su historia institucional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Colombia ha consolidado un proceso riguroso y transparente de gestión del conocimiento y de la acción frente a la crisis climática. Hoy, dando cumplimiento a los compromisos internacionales y bajo las exigencias del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París, Colombia presenta de manera conjunta la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático y el Segundo Informe Bienal de Transparencia (4CNCC - 2BTR).

Estos documentos constituyen el principal mecanismo de reporte establecido para que los países miembros de la CMNUCC presenten al mundo sus avances, recogiendo la mayor y más actualizada información para orientar la planificación sectorial, territorial y la formulación de políticas públicas hacia territorios resilientes y una economía carbono eficiente.

Este nuevo ciclo de reporte se alinea de manera directa con los ambiciosos objetivos climáticos de la NDC 3.0, articulando la ciencia, los datos abiertos, la financiación climática y la gestión territorial. Si bien el conocimiento previo fue indispensable, la urgencia planetaria exige pasar con decisión de la planeación a la ejecución tangible, demostrando los resultados de mitigación sectorial, la efectividad de la adaptación y el cubrimiento de las necesidades de apoyo técnico, tecnológico y financiero, integrando enfoques diferenciales, de género y de justicia climática.

Esta presentación invita a reconocer que la transformación productiva y la protección de la biodiversidad en Colombia dependen de nuestra capacidad colectiva de implementar, consolidando la ruta hacia un futuro sostenible y seguro.

Este esfuerzo sin precedentes ha sido liderado durante los últimos años por el IDEAM, en alianza estratégica con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación, la Cancillería y el apoyo permanente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Fundación Natura. El desarrollo de la 4CNCC y el 2BTR involucró a cientos de profesionales, científicos, investigadores e instituciones de los sectores académico, público y privado, consolidando una red interinstitucional robusta que garantiza la solidez técnica y metodológica de cada dato presentado.

Este informe integral deja a disposición de toda la ciudadanía un enorme volumen de información original, abierta y gratuita a través de los canales oficiales, consolidándose como el punto de partida para nuevas investigaciones, alianzas y la toma de decisiones informada a escala nacional, departamental y municipal. Los exigentes compromisos adquiridos por el país en el marco del Acuerdo de París demandan que estos instrumentos de reporte no solo midan el progreso actual, sino que se conviertan en el eje estructurante de la planificación del desarrollo nacional.

Bajo la premisa de que "Conocer es el primer paso para adaptarse", el país dio un salto histórico en la cantidad y calidad de su información climática; hoy, bajo el lema "**Implementar es el segundo paso para transformar**", Colombia asume el reto inaplazable de materializar sus ambiciones climáticas. Asegurar un mejor futuro para las próximas generaciones exige que cada decisión de hoy esté firmemente respaldada por la acción, la transparencia y la transformación profunda de nuestros territorios.

Ghisliane Echeverry Prieto

Directora General

Introducción

La presentación de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático y el Segundo Informe Bienal de Transparencia (4CNCC - 2BTR) representa un hito fundamental para la planificación de la gestión del cambio climático en el país. Así mismo, constituyen instrumentos fundamentales para materializar las ambiciones del Acuerdo de París, ya que proporcionan la trazabilidad necesaria para que los compromisos climáticos nacionales se traduzcan en acciones verificables y comparables a nivel global.

Este esfuerzo de país no habría sido posible sin la convergencia de voluntades y la cooperación técnica estratégica; el financiamiento aportado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), aunado al apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como Agencia Implementadora y de la Fundación Natura como Agencia Ejecutora, y el liderazgo técnico del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y del Departamento Nacional de Planeación, y el involucramiento de diversas entidades sectoriales y locales, han permitido el fortalecimiento de capacidades institucionales para la generación permanente de reportes, asegurando que los estándares internacionales se traduzcan en metodologías aplicables al contexto nacional.

En este contexto, el documento ha sido elaborado bajo los lineamientos descritos en las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPGs) del Marco Reforzado de Transparencia (ETF) del Acuerdo de París. Esta metodología estandarizada asegura que el flujo de datos e información sea consistente y transparente, permitiendo la identificación de brechas de capacidad técnica y la implementación de procesos de mejora progresiva en los sistemas que conforman el Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SNICC).

El presente informe se estructura a través de capítulos diseñados para proporcionar una visión integral y técnica del estado de la acción climática en el país, integrando la rigurosidad científica con el análisis de políticas públicas. El documento inicia con la descripción de las **Circunstancias Nacionales y Arreglos Institucionales**, las cuales brindan el contexto fundamental sobre el cual se asienta la gestión climática en Colombia. Al analizar los factores demográficos, las particularidades geográficas y la dinámica económica nacional, se logran identificar no solo la vulnerabilidad específica de nuestras regiones, sino también el potencial de mitigación que poseen. Asimismo, este capítulo detalla el andamiaje jurídico e institucional del país, exponiendo las resoluciones, leyes y estructuras organizativas que permiten que el Estado opere como una unidad cohesionada en su respuesta frente al desafío climático global.

Posteriormente, se realiza la descripción del **Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas**, el cual presenta las estimaciones de gases de efecto invernadero, carbono negro y contaminantes criterio desde 1990 hasta 2024, con una desagregación a nivel de sector cartera, regional, de autoridad ambiental, departamental y municipal, facilitando la identificación clara de los sectores y fuentes emisoras clave para la toma de decisiones informada, y como un llamado hacia la implementación de la acción climática desde lo local. Así mismo, este componente se acompaña de un anexo metodológico que describe detalladamente los datos de actividad, los factores de emisión y la descripción de los procesos de cálculo, que aseguran la transparencia, exactitud, coherencia, comparabilidad y completitud de la información incluida en el reporte.

Así mismo, el **Seguimiento a los Progresos de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC)** analiza la efectividad de las políticas nacionales y cuantifica las medidas e indicadores de mitigación implementados a nivel sectorial, examinando cómo estas acciones se traducen en resultados tangibles frente a las metas establecidas en la NDC, identificando los avances significativos y los desafíos persistentes, para ofrecer una visión crítica necesaria para el

seguimiento y el ajuste en la ambición de las estrategias sectoriales implementadas a nivel nacional.

Ante la inevitabilidad de los cambios climáticos proyectados, la información relativa a los **Impactos del Cambio Climático y la Adaptación** evalúa exhaustivamente los riesgos climáticos presentes y futuros a partir de los escenarios de cambio climático y de la estimación de la amenaza, la sensibilidad, el riesgo y la capacidad adaptativa en las diferentes dimensiones del Sistema Integrador sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación. Adicionalmente, se presentan las prioridades, progresos y dificultades de las estrategias nacionales y de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territorial y Sectorial, entre otros elementos.

Reconociendo que la transición hacia una economía descarbonizada requiere de una arquitectura de apoyo sólida, la información sobre la **Financiación, la Transferencia de Tecnología y el Fomento de Capacidad** detalla el estado actual de la movilización de recursos financieros, los esfuerzos en materia de transferencia de tecnología y los programas de fortalecimiento de capacidades técnicas para todas las escalas de gobierno. Es un análisis fundamental para entender cómo se está financiando la acción climática y cuáles son las brechas que deben cerrarse con cooperación internacional y capital privado para el cumplimiento de los objetivos climáticos del país.

Por otra parte, la transparencia es un concepto vacío si no cuenta con la apropiación y participación de la sociedad. Por ello, la **Acción para el Empoderamiento Climático** (ACE) explica cómo Colombia está integrando ejes transversales como la educación, la formación técnica, la sensibilización pública y el acceso equitativo a la información climática, para convertir a cada actor comunitario en un agente activo, participativo y empoderado, capaz de incidir en la acción climática desde lo local hasta lo nacional.

Finalmente, la ciencia constituye el pilar fundamental que guía las respuestas institucionales, y a través de la **Investigación y Observación Sistemática** se describe la evolución y los avances en las redes de observación sistemática del país. Se reconoce que, en un escenario de incertidumbre climática constante, solo a través de la investigación científica rigurosa y el monitoreo continuo será posible ajustar nuestras políticas públicas a la realidad cambiante, asegurando que cada decisión esté soportada por la mejor evidencia técnica disponible.

Contenido

1. Información sobre las circunstancias nacionales y los arreglos institucionales pertinentes para la preparación del Informe Bienal de Transparencia, de conformidad con el Capítulo I de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1) y el Artículo 13 del Acuerdo de París. 39

1.1. Perfil biofísico del territorio 41
1.1.1. Geografía 41
1.1.2. Hidrografía 45
1.1.3. Aspectos edafológicos 47
1.1.4. Diversidad biológica 48
1.1.5. Características biogeofísicas 52
1.2. Perfil sociodemográfico 53
1.2.1. Características demográficas 53
1.2.2. Infraestructura 58
1.2.3. Educación 61
1.2.4. Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación 66
1.2.5. Salud 67
1.3. Perfil climático 68
1.4. Perfil económico 70
1.4.1. Producto Interno Bruto (PIB) 70
1.4.2. Comportamiento de la economía 71
1.5. Marcos legales, políticos y regulaciones 74
1.5.1. Compromisos internacionales 74
1.5.2. Políticas nacionales, subnacionales y sectoriales de cambio climático 76
1.6. Estructura de gobierno 81
1.6.1. Descripción general 81
1.6.2. Institucionalidad nacional relativa al cambio climático 82
1.7. Instrumentos de planificación y gestión del cambio climático 84
1.7.1. Contribución Determinada a Nivel Nacional (en adelante NDC) 85
1.7.2. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales – PIGCCS 85
1.7.3. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales - PIGCCT 85
1.8. Sistemas de información para el cambio climático 87
1.8.1. Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de acciones de mitigación 88
1.8.2. Sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de adaptación al cambio climático 88
1.8.3. Sistema MRV de financiamiento climático 88
1.9. Plan de Acción de Género y Cambio Climático en Colombia 89

2. Informe del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas, con desglose subnacional (departamental y municipal), elaborado con arreglo al Capítulo II de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1) y en virtud del Artículo 13.7(a) del Acuerdo de París. 99

2.1. Resumen ejecutivo 101
2.2. Descripción metodológica 105
2.3. Resultados del inventario subnacional de emisiones y absorciones atmosféricas 106
2.3.1. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas por sector Cartera 107
2.3.2. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas regional 112
2.3.3. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas departamental 114

2.3.4. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas municipal 116
2.3.5. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas por autoridad ambiental 118
2.3.6. Indicadores de intensidad 119
2.4. Mensajes clave para tomadores de decisión 121
2.5. Anexos 122

3. Información necesaria para realizar el seguimiento de los progresos realizados en la implementación y el logro de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), de conformidad con el Capítulo III de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1) y en virtud del Artículo 13.7(b) y el Artículo 4 del Acuerdo de París. 124
3.1. Descripción sectorial y arreglos institucionales 127
3.1.1. Descripción sectorial 127
3.1.2. Factores incidentes en el perfil nacional de emisiones y absorciones de GEI para el período de reporte 152
3.1.3. Arreglos institucionales y dispositivos jurídicos para el seguimiento a la implementación y cumplimiento de la NDC 160
3.1.4. Marco legal, institucional, administrativo y procedimental para las labores de aplicación, vigilancia, presentación de informes, archivado de la información e implicación de los interesados que guarden relación con la aplicación y el cumplimiento de su NDC 177
3.2. Descripción de la contribución determinada a nivel nacional en virtud del Artículo 4° del Acuerdo de Paris 184
3.2.1. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 184
3.2.2. Estrategia Climática de Largo Plazo - E2050 193
3.3. Información necesaria para rastrear el progreso hecho en la implementación y logro de la NDC bajo el Artículo 4 del Acuerdo de París 195
3.3.1. Indicadores y seguimiento de los progresos realizados en la aplicación y cumplimiento de la NDC 195
3.3.2. Resumen estructurado 237
3.3.3. Descripción de qué manera se ha evitado el doble cómputo de las reducciones de las emisiones netas de GEI, en particular de conformidad con las orientaciones elaboradas en relación con el artículo 6 del acuerdo de parís. 257
3.3.4. Impactos socioeconómicos de las medidas de respuesta 261
3.4. Políticas, medidas, acciones y planes de mitigación, incluidos aquellos con beneficios secundarios de mitigación derivados de medidas de adaptación y/o planes de diversificación económica, relacionados con la aplicación y el cumplimiento de una contribución determinada a nivel nacional en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París 263
3.4.1. Interacción entre medidas y efectos de segundo orden 265
3.4.2. Actualizaciones ocurridas de las PAM analizadas 269
3.4.3. Acciones por sector 275
3.4.4. Estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas para las PAM y metodologías y supuestos utilizados para su estimación 442
3.4.5. Acciones, Políticas y medidas que influyen en las emisiones de GEI procedentes del transporte internacional 448
3.4.6. Información sobre la forma en que las acciones, políticas y medidas modifican las tendencias a más largo plazo de las emisiones y absorciones de GEI 448
3.4.7. Información detallada sobre la evaluación de las consecuencias económicas y sociales de las medidas de respuesta 452
3.5. Resumen de Emisiones y Absorciones de GEI 454
3.6. Proyecciones de emisiones y absorciones de GEI de Colombia 456
3.6.1. Proyección con medidas de todas las emisiones y absorciones de GEI. Proyección con medidas adicionales y una proyección sin medidas 458

3.6.2. Metodologías, modelos y enfoques utilizados y los principales parámetros y supuestos de base empleados para las proyecciones 464
3.6.3. Proyección de los indicadores principales para determinar los progresos realizados en relación con su NDC 477
3.7. Otra información relevante 481
3.7.1. Factores de remoción de emisiones estimados para humedales y herbazales 482
3.7.2. Potenciales de mitigación de ecosistemas priorizados 485
3.7.3. Potencial de mitigación para humedales 487
3.7.4. Potencial de mitigación para herbazales 488
3.8. Plan de mejora 490
3.8.1. Plan de mejora general 490
3.8.2. Planes de mejora sectoriales 501
3.9. Anexo 1. Relación entre las medidas de mitigación sectoriales, territoriales y privadas de la NDC 3.0 522
3.10. Anexo 2. Descripción de los supuestos aplicados para modelar las medidas de mitigación 538

4. Información relativa a los impactos del cambio climático y la adaptación, de conformidad con el Capítulo IV de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1) y en virtud del Artículo 13.8 y el Artículo 7 del Acuerdo de París. 554
4.1. Circunstancias Nacionales, arreglos institucionales y marcos jurídicos 557
4.1.1. Arreglos institucionales y la gobernanza 557
4.1.2. Capacidad adaptativa 561
4.2. Efectos, riesgos y vulnerabilidades 562
4.2.1. Tendencias climáticas observadas y escenarios proyectados 562
4.2.2. Vulnerabilidad y riesgo actual y futuro ante al cambio climático 589
4.2.3. Enfoques metodológicos, herramientas e incertidumbres 667
4.3. Prioridades y obstáculos 686
4.3.1. Prioridades nacionales de adaptación 686
4.3.2. Progresos alcanzados 709
4.3.3. Las dificultades, las carencias y los obstáculos en relación con la adaptación. 709
4.4. Estrategias, políticas, planes y objetivos 714
4.4.1. Aplicación de medidas de adaptación acordes con el objetivo mundial relativo a la adaptación 715
4.4.2. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT) 717
4.4.3. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS) 720
4.4.4. Integración de la mejor información científica disponible, la perspectiva de género y los conocimientos indígenas, tradicionales y locales 722
4.4.5. Prioridades de desarrollo relacionadas con los efectos del cambio climático y la adaptación 733
4.4.6. Integración de la adaptación en las iniciativas, planes, políticas y programas de desarrollo 734
4.4.7. Soluciones basadas en la naturaleza y adaptación basada en ecosistemas 736
4.4.8. Implicación de los interesados, incluidos los planes, prioridades, acciones y programas de los ámbitos subnacional y comunitario y del sector privado 743
4.5. Progresos realizados en la aplicación de medidas de adaptación 747
4.5.1. Implementación de las medidas señaladas en los instrumentos de política de adaptación 747
4.5.2. Disposiciones adoptadas para formular, aplicar, publicar y actualizar programas, estrategias y medidas nacionales y regionales, marcos de política 764
4.5.3. Aplicación de las medidas de adaptación recogidas en comunicaciones sobre la adaptación actuales y anteriores, incluidos los esfuerzos para atender las necesidades en materia de adaptación, y aplicación de las medidas de adaptación indicadas en el componente de adaptación de las NDC 765

4.5.4. Actividades de coordinación y los cambios en los reglamentos, las políticas y la planificación ... 773
4.5.5. Medidas de adaptación que reciben apoyo y la eficacia de las que ya se hayan aplicado 774

4.6. Seguimiento y evaluación de los procesos y medidas de adaptación ... 776

4.6.1. Sistema Nacional de Monitoreo y Evaluación (M&E) ... 777
4.6.2. Articulación con el SIIVRA: flujo de información para el M&E ... 778
4.6.3. Monitoreo, evaluación y aprendizaje en el marco del SIIVRA ... 779

4.7. Información relacionada con los esfuerzos para evitar, reducir al mínimo y afrontar las pérdidas y daños relacionados al cambio climático ... 826

4.7.1. Efectos observados del cambio climático y sus posibles efectos, incluidos aquellos relacionados con eventos extremos y fenómenos de evolución lenta, a partir de la mejor información científica disponible ... 827
4.7.2. Perdidas y daños económicos y no económicos ... 854
4.7.3. Actividades encaminadas a evitar, reducir al mínimo y afrontar las pérdidas y los daños relacionados con los efectos adversos del cambio climático ... 862
4.7.4. Arreglos institucionales para facilitar la ejecución de las actividades ... 867

4.8. Cooperación, buenas prácticas, experiencias y lecciones aprendidas ... 871

4.8.1. Información relacionada a cooperación ... 872
4.8.2. Esfuerzos para compartir información, buenas prácticas y lecciones aprendidas ... 878
4.8.3. Buenas prácticas identificadas ... 881
4.8.4. Experiencias y lecciones aprendidas ... 887

4.9. Otra información ... 889

4.9.1. Transición justa ... 890
4.9.2. Adaptación urbana al cambio climático ... 897

4.10. Plan de mejora ... 905

5. Información sobre la financiación, la transferencia de tecnología y el fomento de capacidad necesarios y recibidos en virtud de los Artículos 9, 10 y 11 del Acuerdo de París, de conformidad con el Capítulo VI de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1). ... 912

5.1. Introducción ... 914

5.2. Circunstancias nacionales, arreglos institucionales y estrategias determinadas por los países (MPG 130) ... 917

5.2.1. Comité de Gestión Financiera (CGF) del SISCLIMA ... 917
5.2.2. Estrategia Nacional de Financiamiento climático (ENFC) ... 918
5.2.3. Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de Financiamiento Climático (MRV de Financiamiento Climático) ... 920
5.2.4. Marco componente Financiamiento ... 921
5.2.5. Marco componente Desarrollo y Transferencia de Tecnologías ... 922
5.2.6. Marco componente Fomento a la Capacidad ... 924
5.2.7. Dificultades y limitaciones para identificar, someter a seguimiento y declarar el apoyo requerido y recibido ... 925
5.2.8. Información sobre las prioridades y estrategias del país y sobre los aspectos de la CDN de la Parte en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París para los que se requiera apoyo ... 927

5.3. Supuestos, definiciones y metodologías de base (MPG 131) ... 928

5.3.1. Definiciones ... 928
5.3.2. Supuestos y metodologías de base ... 933

5.4. Información sobre el apoyo financiero requerido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 9 del Acuerdo de París (MPG 132 y (133 formato tabular)) ... 950

5.4.1. Análisis transversal ... 951
5.4.2. Sectores respecto de los cuales se desea atraer financiación internacional ... 954

5.4.3. Enfoque para mejorar la estimación del apoyo financiero requerido 955

5.5. Información sobre el apoyo financiero recibido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 9 del Acuerdo de París (MPG 134 Formato tabular) ...956

5.5.1. Análisis Transversal 957
5.5.2. Conclusiones 961

5.6. Información sobre el apoyo para el desarrollo y la transferencia de tecnología requerido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 10 del Acuerdo de París (MPG 135 y (136 formato tabular)) 962

5.6.1. Análisis de necesidades identificadas en materia de Desarrollo y Transferencia de tecnología 962

5.7. Información sobre el apoyo para el desarrollo y la transferencia de tecnología recibido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 10 del Acuerdo de París (MPG 137 y (138 formato tabular)) 990

5.7.1. Análisis transversal 991
5.7.2. Análisis del ciclo tecnológico 993
5.7.3. Análisis sectorial 996
5.7.4. Estudios de caso en materia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología 1003

5.8. Información sobre el apoyo para el fomento de la capacidad requerido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 11 del Acuerdo de París (MPG 139 y (140 formato tabular)) 1023

5.8.1. Análisis transversal necesidades identificadas en materia de fomento de la capacidad 1023
5.8.2. Análisis sectorial necesidades identificadas en materia de fomento de la capacidad 1028
5.8.3. Enfoque que para mejorar el apoyo requerido al fomento a la capacidad 1032

5.9. Información sobre el apoyo para el fomento de la capacidad recibido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 11 del Acuerdo de París (MPG 141 y (142 formato tabular)) 1041

5.9.1. Análisis Transversal 1042
5.9.2. Prioridades, participación e implicación de los interesados 1046
5.9.3. Conclusiones 1047
5.9.4. Estudios de caso sobre el apoyo recibido en Fomento a la Capacidad 1048

5.10. Información sobre el apoyo requerido y recibido por las Partes que son países en desarrollo para la aplicación del artículo 13 del Acuerdo de París y las actividades relacionadas con la transparencia, incluido el fomento de la capacidad en el ámbito de la transparencia (MPG 143, (144 formato tabular) y 145) 1061

5.10.1. El apoyo requerido y recibido para la elaboración de informes con arreglo al artículo 13 1061
5.10.2. El apoyo requerido y recibido para atender las esferas susceptibles de mejora señaladas por los equipos de expertos encargados del examen técnico. 1070

5.11. Avances de plan de mejora propuesto en BTR1 1072

5.12. Plan de mejora BTR2 1077

6. Información relativa a la educación, la formación, la sensibilización del público, la participación pública y el acceso de la población a la información sobre el cambio climático, de conformidad con el Artículo 12 del Acuerdo de París y las directrices pertinentes de la CMNUCC para la Acción para el Empoderamiento Climático. 1081

6.1. Contextos institucionales e implementación de la Acción para el Empoderamiento Climático en Colombia 1083

6.1.1. Arreglos institucionales relacionados con Acción para el Empoderamiento Climático 1083

6.2. Acción para el Empoderamiento Climático 1096

6.2.1. Procesos relacionados con la Acción para el Empoderamiento Climático a nivel intersectorial 1096
6.2.2. Diagnóstico Estrategia Nacional e Educación, Formación y Sensibilización a públicos en cambio climático - Acciones relacionadas con la implementación de la ENEFSPCC en el país 1177
6.2.3. Seguimiento a los avances de las metas de la Contribución Nacionalmente Determinada correspondiente a los medios de implementación de Educación, formación y sensibilización 1181
6.2.4. Análisis de la implementación de los elementos de la AEC en el marco de los ejes estratégicos de la Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático ENAEC 1194
6.3. Fomento a la capacidad (nivel local) 1197
6.3.1. Información sobre la manera en que se están ejecutando a nivel nacional y, cuando sea el caso, a nivel subregional y/o regional las actividades de fomento de la capacidad: Experiencias regionales de Acción para el Empoderamiento Climático. 1197
6.4. Necesidades y barreras asociadas a la Acción para el Empoderamiento Climático 1202
6.5. Información y trabajo en redes 1206
6.5.1. Iniciativas para promover el intercambio de información entre los países y regiones y dentro de ellos. 1206

7. Información sobre investigación científica y observación sistemática del clima global y territorial, de conformidad con el Artículo 5 del Acuerdo de París y los compromisos asumidos en virtud del Artículo 5 y el Artículo 4, párrafo 1, literal g), de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). 1211
7.1. Resumen 1213
7.1.1. Principales hallazgos en la investigación del cambio climático en Colombia 1213
7.1.2. Capacidades nacionales de la investigación del cambio climático en Colombia 1215
7.1.3. Principales hallazgos sobre observación sistemática 1216
7.1.4. Brechas y retos prioritarios 1217
7.1.5. Implicaciones para la acción climática y la transparencia 1217
7.1.6. Mensajes clave 1218
7.1.7. Síntesis 1219
7.2. Introducción 1219
7.2.1. Importancia del capítulo para la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático y su contribución al BTR2 1220
7.2.2. Relación con la transparencia climática, la NDC y los BTR 1222
7.2.3. Datos, conocimiento y decisiones 1223
7.3. Marco internacional, nacional e institucional 1224
7.3.1. Marco internacional de investigación, observación y transparencia climática 1224
7.3.2. Arquitectura nacional de gobernanza de la información climática 1225
7.3.3. Marco normativo y administrativo colombiano 1227
7.3.4. Entidades y actores involucrados 1229
7.3.5. Mecanismos de articulación e intercambio de información 1231
7.4. Metodología utilizada para recopilar información 1234
7.4.1. Investigación científica 1234
7.4.2. Observación sistemática 1236
7.4.3. Limitaciones del análisis 1237
7.5. Panorama de la investigación científica sobre cambio climático en Colombia, 2015 - 2025 1238
7.5.1. Evolución y magnitud de la producción científica 1238
7.5.2. Tipos de documentos y dinámica de crecimiento 1239
7.5.3. Afiliación, colaboración e instituciones 1240
7.5.4. Disciplinas, temas y tipo de evidencia 1242
7.5.5. Fuentes de publicación, impacto y financiación 1248
7.5.6. Autores y continuidad investigativa 1253

7.5.7. Tesis de pregrado y posgrado 1253

7.6. Capacidades nacionales para la investigación climática 1257

7.6.1. Formación y clasificación de los investigadores 1257
7.6.2. Áreas disciplinares de los investigadores 1259
7.6.3. Grupos de investigación registrados en GrupLAC 1264
7.6.4. Áreas de conocimiento y afiliación de los grupos de investigación 1265
7.6.5. Distribución territorial de los grupos de investigación 1266

7.7. Comparación con el análisis cienciométrico de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático 1268

7.7.1. Consideraciones metodológicas para la comparación 1268
7.7.2. Tendencias de la producción científica y las capacidades nacionales de la investigación sobre cambio climático en Colombia 1270

7.8. Enfoque de género y equidad 1272

7.8.1. Distribución por sexo en la comunidad investigativa en cambio climático en Colombia 1272
7.8.2. Género y transparencia climática 1274

7.9. Ambientes y variables monitoreadas 1277

7.9.1. Ambiente atmosférico e hidrometeorológico continental 1277
7.9.2. Ambiente hidrológico 1283
7.9.3. Ambiente meteomarino-costero y oceanográfico 1286
7.9.4. Coberturas de la tierra, bosques, carbono azul, ecosistemas y servicios ecosistémicos 1287
7.9.5. Biodiversidad en el contexto del cambio climático 1289

7.10. Sistemas, redes, tecnologías e infraestructura de observación sistemática 1291

7.10.1. Observación atmosférica, hidrometeorológica y de calidad del aire 1292
7.10.2. Observación hidrogeológica e isotópica 1294
7.10.3. Observación de la criósfera 1295
7.10.4. Observación meteomarina, costera y oceanográfica 1296
7.10.5. Observación de bosques, coberturas de la tierra y carbono 1298
7.10.6. Observación de biodiversidad y ecosistemas estratégicos 1300
7.10.7. Redes privadas, sectoriales y productivas 1302
7.10.8. Monitoreo ambiental participativo, comunitario, y comunitario participativo 1304
7.10.9. Redes históricas o inactivas 1308
7.10.10. Catálogo Nacional de Estaciones (CNE) e infraestructura de monitoreo 1311
7.10.11. Tecnologías satelitales, sensores remotos y nuevas herramientas de observación 1316
7.10.12. Infraestructura de observación sistemática de Colombia 1318

7.11. Cobertura geográfica de la observación sistemática 1319

7.11.1. Panorama nacional 1319
7.11.2. Región Andina 1324
7.11.3. Región Caribe 1326
7.11.4. Región del Pacífico 1327
7.11.5. Región de la Orinoquía 1329
7.11.6. Región Amazónica 1331
7.11.7. Comparación con la distribución geográfica de las capacidades nacionales de investigación. 1333

7.12. Acceso, gestión y uso de la información obtenida por la observación sistemática 1334

7.12.1. Principios de datos abiertos, calidad e interoperabilidad 1335
7.12.2. Plataformas nacionales de consulta y gestión de datos 1337
7.12.3. Repositorios y plataformas especializadas o regionales 1338
7.12.4. Portales regionales de autoridades ambientales 1340
7.12.5. Productos derivados para consulta y toma de decisiones 1341
7.12.6. Datos restringidos, acceso condicionado y retos de integración 1342

7.13. Participación de Colombia en redes de observación sistemática internacionales 1344

7.13.1. Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) 1345
7.13.2. Sistema Mundial de Observación del Clima (GCOS) 1346
7.13.3. Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográfica (IODE) 1347

7.14. Articulación entre investigación y la observación sistemática 1348
7.14.1. Capacidades científicas que fortalecen la observación sistemática 1349
7.15. Brechas, avances, oportunidades y recomendaciones 1350
7.15.1. Investigación sobre cambio climático 1350
7.15.2. Observación sistemática 1359
7.16. Mensajes clave para públicos diferenciados 1368
7.16.1. Mensajes transversales 1369
7.16.2. Mensajes para ciudadanía 1370
7.16.3. Mensajes para academia y centros de investigación 1371
7.16.4. Mensajes para servidores públicos 1372
7.16.5. Mensajes para tomadores de decisión 1373
7.16.6. Mensajes para entidades ambientales y sectores productivos 1374
7.16.7. Mensajes para comunidades territoriales y actores locales 1375
7.17. Hoja de ruta para fortalecer la investigación y la observación sistemática 1376
7.17.1. Principios orientadores 1376
7.18. Conclusiones 1377
7.18.1. Principales hallazgos integrados 1378
7.18.2. Brechas que deben atenderse 1379
7.18.3. Prioridades para la siguiente década 1381
7.18.4. Aporte a la transparencia climática y a la acción climática en Colombia 1382

8. Bibliografía por capítulos 1384
Circunstancias nacionales y arreglos institucionales 1384
Inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas de Colombia (1990-2024) 1387
Progresos realizados en la implementación y el logro de las contribuciones determinadas a nivel nacional 1387
Impactos del cambio climático y la adaptación 1392
Información sobre el apoyo en forma de financiación, desarrollo y transferencia de tecnología y fomento de la capacidad requerido y recibido 1402
Acción para el empoderamiento climático 1402
Investigación y observación sistemática 1407

Índice de figuras

Figura 1-1. Mapa físico de la República de Colombia 42
Figura 1-2. Regiones biogeográficas de Colombia 46
Figura 1-3. Número de especies registradas 48
Figura 1-4. Proyecciones de población por sexo 53
Figura 1-5. Población total por área geográfica 54
Figura 1-6. Número y variación anual de nacimientos 2020-2025 55
Figura 1-7. Número de defunciones y tasa de mortalidad 2020-2025 56
Figura 1-8. Personas por hogar (promedio) total nacional y área geográfica 56
Figura 1-9. Hogares con jefatura femenina 57
Figura 1-10. Incidencia de pobreza multidimensional 2020-2025 57
Figura 1-11. Incidencia de pobreza multidimensional según el sexo del jefe del hogar 58
Figura 1-12. Inventario vial km 59
Figura 1-13. Hogares con acceso a servicios públicos, privados o comunales 60
Figura 1-14. Número de estudiantes matriculados educación preescolar, básica y media según sexo 62
Figura 1-15. Número de estudiantes matriculados educación preescolar, básica y media por niveles 62
Figura 1-16. Número de establecimientos educativos y sedes educativas periodo 2020–2024 63
Figura 1-17. Número de docentes desagregado por sexo período 2020-2024 63
Figura 1-18. Número de estudiantes matriculados educación superior según género 64
Figura 1-19. Número de estudiantes matriculados educación superior por nivel de formación 65

Figura 1-20. Número de grupos de investigación reconocidos por Minciencias 66
Figura 1-21. Número de investigadores reconocidos por Minciencias 67
Figura 1-22. Porcentaje de personas afiliadas al Sistema General de Seguridad Social en Salud 68
Figura 1-23. Tasa anual de crecimiento del PIB 70
Figura 1-24. Tasa de ocupación (TO) y Tasa de desocupación (TD) 72
Figura 1-25. Tasa de desocupación según sexo 72
Figura 1-26. Inflación período 2020-2025 73
Figura 1-27. Instancias multifactor relacionadas con el SISCLIMA 83
Figura 1-28. Estado de avance de los PIGCCT 86
Figura 1-29. Estructura del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático 87
Figura 2-1. Tendencia de las emisiones y absorciones de Colombia (1990-2024) [kt CO_2eq] 103
Figura 2-2. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio (2024) [kt de contaminante] 104
Figura 2-3. Emisiones por sector cartera y su relación con los sectores IPCC (2024) [kt CO_2eq] 108
Figura 2-4. Diagrama de Sankey por sector cartera (2024) [kt CO_2eq] 109
Figura 2-5. Emisiones GEI por sector cartera (2024) [kt CO_2eq] 110
Figura 2-6. Tendencia de las emisiones de CN por sector cartera (1990-2024) [kt CN] 111
Figura 2-7. a. Tendencia de emisiones netas de GEI por región por tipo de bioma de Colombia (1990-2024) [Mt CO_2eq]. b. Mapa de emisiones netas de GEI por región por tipo de bioma de Colombia (2024) 112
Figura 2-8. Tendencia de emisiones de CN por región por tipo de bioma de Colombia (1990-2024) [kt CN]. b. Mapa de emisiones de CN por región por tipo de bioma de Colombia (2024) 113
Figura 2-9. a. Tendencia de emisiones netas de GEI por departamento de Colombia (1990-2024) [Mt CO_2eq]. b. Mapa de emisiones netas de GEI por departamento de Colombia (2024) 114
Figura 2-10. a. Tendencia de emisiones de CN por departamento de Colombia (1990-2024) [kt CN]. b. Mapa de emisiones de CN por departamento de Colombia (2024) 115
Figura 2-11. a. Tendencia de emisiones netas de GEI por municipio de Colombia (1990-2024) [Mt CO_2eq]. b. Mapa de emisiones netas de GEI por municipio de Colombia (2024) 116
Figura 2-12. a. Tendencia de emisiones de CN por municipio de Colombia (1990-2024) [kt CN]. b. Mapa de emisiones de CN por municipio de Colombia (2024) 117
Figura 2-13. Tendencia de emisiones netas de GEI por autoridad ambiental de Colombia (1990-2024) [Mt CO_2eq] 118
Figura 2-14. Tendencia de emisiones de CN por autoridad ambiental de Colombia (1990-2024) [kt CN] 119
Figura 2-15. Emisiones totales y netas de GEI per cápita de Colombia (1990-2024) [t CO_2eq/habitante] 120
Figura 2-16. Emisiones de carbono negro per cápita de Colombia (1990-2024) [t CN/habitante] 120
Figura 2-17. Relación de las emisiones con el producto interno bruto nacional (2005-2024) [t cO_2eq/miles de millones de COP] 120
Figura 3-1. Capacidad efectiva neta total del sistema eléctrico nacional (MW) 128
Figura 3-2. Demanda de energía nacional (GWh/año) 128
Figura 3-3. Precio promedio de bolsa ($/kWh) 129
Figura 3-4. Parque automotor nacional registrado y activo (número de unidades) 130
Figura 3-5. Número de vehículos eléctricos registrados 131
Figura 3-6. Participación vehículos nuevos registrados en el país por categoría en el año 2025 132
Figura 3-7. Número de pasajeros movilizados por el transporte aéreo 133
Figura 3-8. PIB Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca 135
Figura 3-9. Uso del suelo (ha) 136
Figura 3-10. Área sembrada y cosechada (ha) período 2020-2025 136
Figura 3-11. Producción nacional (Toneladas) 137
Figura 3-12. Superficie de bosque natural (ha) 141
Figura 3-13. Dinámica de la deforestación en Colombia para el período 2020 – 2024 (ha) 142
Figura 3-14. Superficie en plantaciones forestales comerciales para el período 2020-2024 (ha) 143
Figura 3-15. Distribución etaria de las plantaciones forestales comerciales en 2024 (ha) 144
Figura 3-16. Disposición de residuos sólidos (t) 150
Figura 3-17. Cantidad de sitios de disposición final de residuos sólidos 150
Figura 3-18. Generación de residuos peligrosos (t) 2020-2024 151
Figura 3-19. Identidad de Kaya (normalizada al 2005) 153
Figura 3-20. Emisiones de GEI sector energía vs PIB (precios constantes), normalizado a 2005 154
Figura 3-21. Variación anual de emisiones del sector energía y su descomposición 155
Figura 3-22. Descomposición de la variación anual de emisiones de Energía (ktCO_2eq) 156
Figura 3-23. Arreglo institucional para la compilación de información de las medidas de mitigación. 167
Figura 3-24. Procedimiento general para el reporte y seguimiento de la NDC 179
Figura 3-25. Procedimiento general para el control de la información a reportar 180
Figura 3-26. Plataforma + Clima 183
Figura 3-27. Emisiones netas de GEI y emisiones netas de GEI per cápita 200
Figura 3-28. Comportamiento de la mitigación requerida en el periodo previo al año 2020 201

Figura 3-29. Comportamiento del indicador 1 - mitigación requerida 2020-2024. 203
Figura 3-30. Deforestación y degradación forestal observadas para el período 2013 – 2021 209
Figura 3-31. Diagrama de flujo general propuesto para la construcción e implementación del modelo espacialmente explícito de la deforestación para el BTR2. 213
Figura 3-32. Comportamiento de las emisiones de carbono negro y el porcentaje de reducción de estas (indicador 3) en el periodo previo a las NDC2.0. 222
Figura 3-33. Comportamiento de las emisiones de carbono negro y el porcentaje de reducción de estas (indicador 3) en el periodo reportado de la NDC2.0 (2020 - 2024) 225
Figura 3-34. Seguimiento por año acumulado al primer presupuesto nacional de carbono (2020-2025), con corte al 2024. 235
Figura 3-35. Seguimiento al primer presupuesto nacional de carbono (2020-2025), por categoría IPCC, con corte al 2024 236
Figura 3-36. Reporte de los resultados de mitigación en las diferentes escalas de implementación. 264
Figura 3-37. Flujo del MVC en Colombia 2025. 409
Figura 3-38. Curva de Costos Marginales de Abatimiento de las medidas NDC. 424
Figura 3-39. Colombia circular, Medios de Implementación. 433
Figura 3-40. Comparación de reducción de emisiones acumuladas por las 14 medidas cuantificadas, respecto a su potencial de mitigación acumulado al 2030. 447
Figura 3-41. Proyecciones de emisiones netas de GEI para Colombia en el periodo 2020 -2035 considerando los escenarios sin medidas (WOM), con medidas (WM) y objetivo de mitigación 460
Figura 3-42. Proyecciones de emisiones netas de GEI desagregadas por sector en el periodo 2020 -2035 considerando los escenarios sin medidas (WOM) y con medidas (WM). 461
Figura 3-43. Proyecciones de emisiones desagregadas por GEI en el periodo 2020 -2035 para el escenario con medidas (WM). 463
Figura 3-44. Población proyectada en Colombia para el periodo 2019 y 2035, desagregada entre cabeceras municipales y centros poblados; y rural disperso. 469
Figura 3-45. Composición de los hogares en Colombia desagregada en cabeceras municipales y centros poblados y rural disperso. 469
Figura 3-46. Serie histórica y proyectada del PIB en Colombia y su crecimiento para el periodo 2025 a 2050. 471
Figura 3-47. PIB per cápita en Colombia para el periodo 2010 a 2050. 472
Figura 3-48. Potencial de mitigación de Humedales con SNC versus la línea de referencia BAU 488
Figura 3-49. Emisiones netas de los escenarios BAU y escenarios de mitigación con SNC en Herbazales 489
Figura 3-50. Ruta para el cálculo del potencial de mitigación de GEI en coberturas de ecosistemas priorizados 490
Figura 4-1. Temperatura Media anual promedio para Colombia, periodo 1981-2024 563
Figura 4-2. Precipitación anual promedio para Colombia, periodo 1981-2024. 565
Figura 4-3. Cambios futuros proyectados del volumen anual de la precipitación para Colombia en la segunda mitad del siglo XXI (periodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5 567
Figura 4-4. Cambios futuros proyectados de la temperatura media para Colombia en la segunda mitad del siglo XXI (periodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios de emisiones SSP3-7.0 y SSP5-8.5 568
Figura 4-5. Variación de la precipitación proyectada en cuencas asociadas a áreas susceptibles a inundación. Escenario SSP3-7.0, periodos 2061-2080 y 2081-2100 575
Figura 4-6. Variación de la precipitación proyectada en cuencas asociadas a áreas susceptibles a inundación. Escenario SSP5-8.5, periodos 2061-2080 y 2081-2100 576
Figura 4-7. Nivel del mar promedio del periodo 1993-2014 para las zonas marino-oceánicas de Colombia 579
Figura 4-8. Tendencia anual del nivel del mar en el periodo 1993-2025 para las zonas marino-oceánicas de Colombia 580
Figura 4-9. Nivel mensual medio del mar en el periodo 1993-2025 y su tendencia en la zona Caribe, para las ciudades de Cartagena y Santa Marta y para las islas de San Andrés y Providencia 581
Figura 4-10. Nivel mensual medio del mar en el periodo 1993-2025 y su tendencia en la zona Pacífico, para las ciudades de Buenaventura y Tumaco y para las islas de Gorgona y Malpelo 582
Figura 4-11. Nivel del mar futuro proyectado bajo los escenarios de cambio climático para el siglo XXI en las zonas marino-oceánicas de Colombia. 583
Figura 4-12. Tendencia anual de la temperatura superficial del mar en el periodo 1993-2025 para las zonas marino-oceánicas de Colombia 584
Figura 4-13. Cambio futuro proyectado de la temperatura superficial del mar bajo los escenarios de cambio climático para el siglo XXI en las zonas marino-oceánicas de Colombia 585
Figura 4-14. Distribución de valores de Abundancia Media de Especies (MSA) de plantas terrestres en Colombia bajo escenarios SSP-RCP para el horizonte 2050 587

Figura 4-15. Distribución de valores de abundancia media de vertebrados (aves y mamíferos) (MSA) para Colombia para el horizonte 2050 588
Figura 4-16. Número de desastres en Colombia 590
Figura 4-17. Déficit de lluvias en Colombia por municipios 591
Figura 4-18. Exceso de lluvias en Colombia por municipios 592
Figura 4-19. Índice de amenaza en la dimensión de recursos hídricos, según escenario SSP y periodo (2021–2100) 611
Figura 4-20. Índice de vulnerabilidad en la dimensión de recursos hídricos, años 2015, 2019 y 2023 615
Figura 4-21. Índice de sensibilidad en la dimensión de recursos hídricos, años 2015, 2019 y 2023 616
Figura 4-22. Índice de capacidad adaptativa en la dimensión de recursos hídricos, años 2015, 2019 y 2023 617
Figura 4-23. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2015) 620
Figura 4-24. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2019) 621
Figura 4-25. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2023) 622
Figura 4-26. Índice de amenaza en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, según escenario SSP y periodo (2021–2100) 626
Figura 4-27. Índice de vulnerabilidad en la dimensión de soberanía alimentaria y producción agropecuaria, años 2015, 2019 y 2023 629
Figura 4-28. Índice de sensibilidad en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, años 2015, 2019 y 2023 630
Figura 4-29. Índice de capacidad adaptativa en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, años 2015, 2019 y 2023 631
Figura 4-30. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2015) 634
Figura 4-31. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2019) 635
Figura 4-32. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2023) 636
Figura 4-33. Índice de amenaza climático en la dimensión de salud humana, según escenario SSP y periodo (2021–2100) 641
Figura 4-34. Índice de vulnerabilidad en la dimensión de salud humana, años 2015, 2019 y 2023 644
Figura 4-35. Índice de sensibilidad en la dimensión de salud humana, años 2015, 2019 y 2023 645
Figura 4-36. Índice de capacidad adaptativa en la dimensión de salud humana, años 2015, 2019 y 2023 646
Figura 4-37. Índice de riesgo en la dimensión de salud humana, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2015) 649
Figura 4-38. índice de riesgo en la dimensión de salud humana, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2019) 650
Figura 4-39. índice de riesgo en la dimensión de salud humana, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2023) 651
Figura 4-40. Índice de amenaza en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos, según escenario SSP y periodo (2021–2100) 656
Figura 4-41. Índice de vulnerabilidad de la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos en los años 2015, 2019 y 2023 658
Figura 4-42. Índice de sensibilidad para la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos en los años 2015, 2019 y 2023 659
Figura 4-43. Índice de capacidad adaptativa para la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos en los años 2015, 2019 y 2023 660
Figura 4-44. Índice de riesgo en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2015) 663
Figura 4-45. índice de riesgo en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2019) 664
Figura 4-46. índice de riesgo en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2023) 665
Figura 4-47. Componentes del riesgo por cambio climático y dimensiones del territorio analizadas en el SIIVRA 675
Figura 4-48. Brecha más Critica para el Seguimiento y Reporte de los PIGCCT 711
Figura 4-49. Distribución de Ejes estratégicos de los PIGCCT 719
Figura 4-50. Alineación PIGCCT con Compromisos Nacionales 720
Figura 4-51. Diagnóstico del sistema de monitoreo y evaluación de adaptación 779
Figura 4-52. Esquema de indicadores de riesgo y de adaptación al cambio climático (indicadores de resultado y de proceso) 782

Figura 4-53. Marco conceptual para la evaluación integrada del riesgo climático y el cambio en la vulnerabilidad 783
Figura 4-54. Distribución departamental de los proyectos de adaptación al cambio climático reportados 785
Figura 4-55. Número de proyectos de adaptación al cambio climático por dimensión o categoría de análisis, 2015-2025 786
Figura 4-56. Número de proyectos de adaptación al cambio climático según línea estratégica de política de cambio climático, 2015-2025 786
Figura 4-57. Número de proyectos de adaptación al cambio climático según línea instrumental de política de cambio climático, 2015-2025 787
Figura 4-58. Número de proyectos de adaptación al cambio climático según objetivo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), 2015-2025 787
Figura 4-59. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, periodo 2021–2100 (comparación 2015 vs. 2019), según escenario SSP 791
Figura 4-60. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, periodo 2021–2100 (comparación 2019 vs. 2023), según escenario SSP 792
Figura 4-61. Delta de vulnerabilidad por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (Comparación 2015-2019 y 2019-2023) 793
Figura 4-62. Delta de sensibilidad por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (Comparación 2015-2019 y 2019-2023) 794
Figura 4-63. Delta de capacidad adaptativa al cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 794
Figura 4-64. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, periodo 2021–2100 (comparación 2015 vs. 2019), según escenario SSP 797
Figura 4-65. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, periodo 2021–2100 (comparación 2019 vs. 2023), según escenario SSP 798
Figura 4-66. Delta de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 802
Figura 4-67. Delta de sensibilidad al cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 802
Figura 4-68. Delta de capacidad adaptativa al cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 803
Figura 4-69. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de salud humana, periodo 2021–2100 (comparación 2015 vs. 2019), según escenario SSP 805
Figura 4-70. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de salud humana, periodo 2021–2100 (comparación 2019 vs. 2023), según escenario SSP 806
Figura 4-71. Delta de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de salud humana (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 811
Figura 4-72. Delta de sensibilidad al cambio climático en la dimensión de salud humana (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 811
Figura 4-73. Delta de capacidad adaptativa al cambio climático en la dimensión de salud humana (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 812
Figura 4-74. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, periodo 2021–2100 (comparación 2015 vs. 2019), según escenario SSP 814
Figura 4-75. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, periodo 2021–2100 (comparación 2019 vs. 2023), según escenario SSP 815
Figura 4-76. Delta de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 819
Figura 4-77. Delta de sensibilidad al cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 819
Figura 4-78. Delta de capacidad adaptativa al cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023) 820
Figura 4-79. Distribución temporal de eventos de deslizamientos de tierra ocurridos en el periodo 2004 – 2024 833
Figura 4-80. Distribución espacial de eventos de deslizamientos de tierra por departamentos y regiones naturales ocurridos en el periodo 2004 – 2024 834
Figura 4-81. Boxplots de precipitación acumulada antecedente de eventos de deslizamientos de tierra ocurridos en el periodo 2004 – 2024 835
Figura 4-82. Mapa de evolución de la superficie del glaciar Santa Isabel entre mediados del siglo XIX y 2024 840
Figura 4-83. Mapa de evolución de la superficie del Nevado del Tolima entre mediados del siglo XIX y 2024 841
Figura 4-84. Mapa de evolución de la superficie del Nevado del Ruiz entre mediados del siglo XIX y 2024 842

Figura 4-85. Mapa de evolución de la superficie del Nevado del Huila entre mediados del siglo XIX y 2024 843
Figura 4-86. Mapa de evolución de la superficie de la Sierra Nevada de Santa Marta entre mediados del siglo XIX y 2024 844
Figura 4-87. Mapa de evolución glaciar Mapa de evolución de la superficie de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán entre mediados del siglo XIX y 2024 845
Figura 4-88. Balance de masa glaciar anual en Colombia 846
Figura 4-89. Localidades de monitoreo del SMEC-MAbE en el litoral Caribe colombiano (47 localidades, incluidos sitios de control). 886
Figura 5-1. Sectores de la Taxonomía del MRV de Financiamiento Climático, actualización 2025 915
Figura 5-2 Relación entre sectores NDC Colombia actualizado en la taxonomía del sistema MRV 2025 y sectores CMNUCC 916
Figura 5-3. Etapas para la identificación y estimación del apoyo financiero requerido 933
Figura 5-4. Pasos aplicados para la identificación y estimación del apoyo financiero requerido para el BTR2 de Colombia 934
Figura 5-5. Etapas para ciclo de preparación de reportes sobre el Apoyo recibido 937
Figura 5-6. Etapas metodología para la selección y documentación de estudios de caso a partir de apoyo recibido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías y Fomento de la Capacidad 939
Figura 5-7. Etapas metodología para identificar Necesidades y Apoyo requerido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías y Fomento de Capacidad 942
Figura 5-8. Etapas para definir Uso, Impactos y Resultados esperados en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías y Fomento de la Capacidad 944
Figura 5-9. Flujograma del proceso realizado para identificación del apoyo requerido para el cumplimiento del artículo 13 del Acuerdo de Paris 947
Figura 5-10. Flujograma del proceso realizado para identificación del apoyo recibido para el cumplimiento del artículo 13 del Acuerdo de Paris 949
Figura 5-11. Costos totales, financiamiento asignado y requerido a partir de los PdIS reportados en +Clima. (MM USD 2025) 952
Figura 5-12. Distribución de financiamiento requerido según fuentes de financiación-PdIS reportados en +Clima. (MM USD 2025) 952
Figura 5-13. Metas y medidas con financiamiento requerido por cooperación. (MM USD 2025). 953
Figura 5-14. Distribución de financiamiento requerido según sectores. (MM USD 2025) 955
Figura 5-15. Distribución de financiamiento requerido según tipo de apoyo. (MM USD 2025) 955
Figura 5-16. Total aportes recibidos en financiamiento años 2024-2025 957
Figura 5-17. Canal de financiación apoyo recibido 958
Figura 5-18. Tipo de apoyo en financiamiento recibido 959
Figura 5-19. Distribución sectorial en financiamiento recibido 960
Figura 5-20. Temática en la que se distribuye el financiamiento recibido 961
Figura 5-21. Tipo de actor que reporta necesidades en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías 964
Figura 5-22. Distribución necesidades por tipo de apoyo requerido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías 964
Figura 5-23. Sectores de reporte de necesidades en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías 965
Figura 5-24. Etapa de apoyo requerido para las soluciones a necesidades en Desarrollo y Transferencia de Tecnología 966
Figura 5-25. Principales barreras para solucionar necesidades en Desarrollo y Transferencia de tecnología 967
Figura 5-26. Mapa de Tecnologías por sector para Apoyo requerido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías 970
Figura 5-27. Radar de soluciones tecnológicas sector Agricultura y Desarrollo Rural 971
Figura 5-28. Radar de soluciones tecnológicas sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 972
Figura 5-29. Radar de soluciones tecnológicas sector Vivienda, Agua y Saneamiento 973
Figura 5-30. Radar de soluciones tecnológicas sector Industria, Comercio y Turismo 974
Figura 5-31. Radar de soluciones tecnológicas sector Minas y Energía 976
Figura 5-32. Radar de soluciones tecnológicas sector Transporte 977
Figura 5-33. Radar de soluciones tecnológicas sector Salud y Protección social 978
Figura 5-34. Radar de soluciones tecnológicas sector Gestión del riesgo 979
Figura 5-35. Radar de soluciones tecnológicas sector Transversal 980
Figura 5-36. Tecnologías y acciones transversales para focalizar esfuerzos 989
Figura 5-37. Distribución de proyectos por tipo de apoyo recibido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías 991
Figura 5-38. Sectores apoyo recibido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías 992
Figura 5-39. Etapa de apoyo recibido en proyectos de Desarrollo y Transferencia de Tecnología 2024-2025 993
Figura 5-40. Cantidad de proyectos para las etapas del Ciclo tecnológico entre 2021-2025 995

Figura 5-41. Evolución en proyectos para las etapas del Ciclo tecnológico entre 2021-2025 996
Figura 5-42. Distribución de necesidades en Fomento de capacidad según niveles de aplicación 1024
Figura 5-43. Distribución de temas en las necesidades de Fomento de capacidad 1025
Figura 5-44. Necesidades identificadas por tipología en Fomento a la Capacidad 1026
Figura 5-45. Tipo de apoyo requerido en Fomento a la Capacidad 1026
Figura 5-46. Sectores que requirieren apoyo en fomento de capacidad 1027
Figura 5-47. Radar de soluciones en Capacidades sector Transporte 1029
Figura 5-48. Radar de soluciones en Capacidades sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1030
Figura 5-49. Radar de soluciones en Capacidades sector Transversal 1031
Figura 5-50. Orientación para mejorar el apoyo requerido en Fomento a la capacidad y ejes de fortalecimiento 1033
Figura 5-51. Vértices para mejorar para el fomento de capacidad BTR2 1034
Figura 5-52. Procesos para mejorar la sensibilización, participación pública y acceso a la información en relación con el fomento de la capacidad 1039
Figura 5-53. Tipo de apoyo en Fomento de capacidad recibido 1042
Figura 5-54. Tipo de necesidad en Fomento de capacidad recibido 1043
Figura 5-55. Tipo de necesidad en Fomento de capacidad recibido 1044
Figura 5-56. Tema central o esferas en Fomento de capacidad recibido 1045
Figura 5-57. Apoyo financiero requerido para el mantenimiento de los sistemas del SNICC 1064
Figura 5-58. Distribución de necesidades en fomento de capacidad según niveles de aplicación en el ámbito de la transparencia 1066
Figura 5-59. Distribución de necesidades de fomento de la capacidad por tipología en el ámbito de la transparencia 1067
Figura 5-60. Distribución de necesidades tecnológicas por etapa del ciclo tecnológico en el ámbito de la transparencia 1069
Figura 6-1. Incorporación de elementos ACE en los PIGCCS 1163
Figura 6-2. Inclusión de elementos ACE en los PIGCCT analizados 1168
Figura 6-3. Incorporación de los elementos ACE en los PIGCCT 1169
Figura 7-1. Número anual de publicaciones científicas sobre el cambio climático en Colombia entre 2015 y 2025. 1238
Figura 7-2. Distribución del número de tipos de documentos publicados por año desde 2015 a 2025 en Colombia. 1240
Figura 7-3. Número de publicaciones por país de afiliación desde 2015 a 2025 1241
Figura 7-4. Distribución anual de publicaciones por categorías principales FORD desde 2015 a 2025 en Colombia 1244
Figura 7-5. Tesis de pregrado y posgrado relacionadas con el cambio climático en Colombia entre 2015 y 2025 1254
Figura 7-6. Documentos de tesis por país de afiliación entre 2015 y 2025. 1254
Figura 7-7. Distribución anual de documentos por categorías principales FORD desde 2015 a 2025 1256
Figura 7-8. Distribución de los investigadores que trabajan en cambio climático en Colombia por máximo nivel de formación. 1258
Figura 7-9. Distribución por departamento de los investigadores que trabajan en cambio climático. 1262
Figura 7-10. Distribución por departamento de la cantidad de investigadores que trabajan en cambio climático por 100.000 habitantes. 1263
Figura 7-11. Distribución de los grupos de investigación que trabajan en cambio climático en Colombia por categorización de MinCiencias. 1264
Figura 7-12. Distribución por departamento de los grupos de investigación que trabajan en cambio climático en Colombia entre 2015 y 2025. 1267
Figura 7-13. Mapa de ponencias por territorio del Seminario Internacional Somos Clima participantes 1274
Figura 7-14. Densidad de estaciones por kilómetro cuadrado. La densidad de puntos se estimó con el método de densidad de Kernel en ArcGIS Pro. 1321
Figura 7-15. Densidad de estaciones automáticas por kilómetro cuadrado. La densidad de puntos se estimó con el método de densidad de Kernel en ArcGIS Pro. 1322

Índice de tablas

Tabla 1-1. Comparación del número de especies amenazadas entre las resoluciones de 2017 y 2024 49
Tabla 1-2. Distribución por categoría de amenaza 49
Tabla 1-3. Número de especies exóticas totales 50
Tabla 1-4. Distribución de especies por apéndice CITES 50
Tabla 1-5. Área de los ecosistemas naturales y transformados de Colombia y sus tipos 51

Tabla 1-6. Área de los ecosistemas boscosos y no boscosos 51
Tabla 1-7. Cambios de las áreas glaciares de Colombia entre 2020 y 2024 52
Tabla 1-8. Grupos étnicos en Colombia 2020-2025 54
Tabla 1-9. Porcentaje de personas afiliadas al Sistema General de Seguridad Social en Salud de acuerdo con el régimen 68
Tabla 1-10. Resumen de políticas sobre cambio climático 2016-2023 76
Tabla 1-11. Analítica de normas e instrumentos: enfoque de género y cambio climático 79
Tabla 1-12. PIGCCS adoptados por sector y entidad responsable 85
Tabla 1-13. Avance ministerio responsable y acciones implementadas 96
Tabla 1-14. Acciones estructurantes del PAGCC-CO 97
Tabla 3-1. Comportamiento anual del PIB para el sector de industria y uso de productos 134
Tabla 3-2. Producción de cultivos para el período 2020-2025 (t) 138
Tabla 3-3. Exportaciones de productos agropecuarios y agroindustriales 2023-2024 (t) 139
Tabla 3-4. Distribución regional de las plantaciones forestales comerciales para el período 2020-2024 (ha) 144
Tabla 3-5. Métricas del arbolado urbano de algunas ciudades colombianas 145
Tabla 3-6. Definiciones operativas para la contabilidad de carbono de bosque andino, galería y manglar; humedales y herbazales 146
Tabla 3-7. Principales fuentes de generación de RESPEL (t) 2020-2024 151
Tabla 3-8. Resultados índices de Tapio e interpretación 158
Tabla 3-9. Normativa expedida para el período 2021 – 2025. 162
Tabla 3-10. Objetivo nacional de mitigación de emisiones de GEI 187
Tabla 3-11. Objetivo nacional de reducción de la deforestación 189
Tabla 3-12. Objetivo nacional de mitigación de emisiones de carbono negro 190
Tabla 3-13. Enfoques cooperativos y actualizaciones o aclaraciones de información 192
Tabla 3-14. Indicador 1: Mitigación requerida para la meta 196
Tabla 3-15. Comportamiento del indicador 1 en el periodo de reporte bajo implementación de la NDC (2020-2024). 202
Tabla 3-16. Indicador 2 - Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN) 204
Tabla 3-17. Cifras de restauración ecológica 2020-2024 211
Tabla 3-18. Indicador 3: Reducción de emisiones de carbono negro (CN) 215
Tabla 3-19. Variaciones observadas por categoría de las emisiones de carbono negro, con respectiva explicación. 225
Tabla 3-20. Indicador 4: Seguimiento al presupuesto de carbono 230
Tabla 3-21. Evolución acumulada del consumo del primer presupuesto nacional de carbono, con corte a 2024 235
Tabla 3-22. Resumen estructurado: Metodologías y enfoques contables 238
Tabla 3-23. Alcance de la interacción entre PAM de la NDC 2.0. 266
Tabla 3-24. Modificaciones y actualizaciones de las medidas de mitigación. 269
Tabla 3-25. Categorización de las PAM según sectores IPCC y relación con carteras ministeriales responsables. 276
Tabla 3-26. Sectores considerados en el reporte y emisiones o absorciones asociadas. 278
Tabla 3-27. Articulación entre el PND 2022-2026 y las PAM del sector energía. 280
Tabla 3-28. Articulación entre el PND 2022-2026 y las PAM del sector Transporte. 313
Tabla 3-29. Articulación entre el PND 2022 – 2026 y las PAM del sector Industrias Manufactureras. 348
Tabla 3-30. Articulación entre el PND 2022 – 2026 y las PAM del sector Agropecuario. 361
Tabla 3-31. Articulación entre el PND 2022 – 2026 y las PAM del sector LULUCF. 368
Tabla 3-32. Catalizadores del PND 2022 - 2026 relacionados con las PAM del sector residuos. 395
Tabla 3-33. Contribución a mitigación de GEI por la PAM. 402
Tabla 3-34. Total de créditos emitidos y retirados por tipo de proyecto (MtCO2e) para el periodo 2021-2024. 408
Tabla 3-35. Tendencias del impuesto al carbono, precios de venta en tCO2e y tipos de mercado. 408
Tabla 3-36. Costo Marginal de Abatimiento (USD2025 / tCO2eq) y Potencial de mitigación (MtCO2eq) de las medidas NDC. 424
Tabla 3-37. Consolidado de los resultados logrados para el período 2020 – 2024. 444
Tabla 3-38. Listado de medidas climáticas priorizadas para análisis de consecuencias económicas y sociales de las medidas de respuesta. 454
Tabla 3-39. Resumen de emisiones y absorciones para el período 2020 - 2024 456
Tabla 3-40. Proyección de emisiones netas de GEI en el escenario sin Medidas (WOM) y con Medidas (WM) desagregadas por sector y Gases de Efecto Invernadero. 458
Tabla 3-41. Características de los escenarios del modelo NDC3.0 464
Tabla 3-42. Variables consideradas para el análisis de sensibilidad. 476
Tabla 3-43. Proyección de indicadores clave diligenciados en la CTF 10 479

Tabla 3-44. Factores de Remoción de emisiones de GEI expresados en contenidos de carbono por unidad de área, compilados para los diferentes reservorios asociadas a humedales y herbazales. 484
Tabla 3-45. Oportunidades de mejora identificadas para el seguimiento a la NDC 491
Tabla 3-46. Oportunidades de mejora para el sector agricultura 501
Tabla 3-47. Oportunidades de mejora para el sector ambiente 505
Tabla 3-48. Oportunidades de mejora para el sector industrial 507
Tabla 3-49. Oportunidades de mejora para el sector minero - energético 509
Tabla 3-50. Oportunidades de mejora para el sector transporte 514
Tabla 3-51. Oportunidades de mejora para el sector vivienda y saneamiento básico 517
Tabla 4-1. Marco jurídico y de política expedido en el año 2024-2026 (primer semestre) 560
Tabla 4-2. Tasa de cambio mensual promedio de las temperaturas media, máxima y mínima en Colombia, periodo 1981-2020 563
Tabla 4-3. Tasa de cambio anual promedio por departamento de las temperaturas media, máxima y mínima en Colombia, período 1981-2020 564
Tabla 4-4. Cambios futuros promedio proyectados del volumen anual de precipitación por departamento para Colombia en la segunda mitad del siglo XXI (períodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5 569
Tabla 4-5. Cambios futuros promedio proyectados de la temperatura media por departamento para Colombia en la segunda mitad del siglo XXI (períodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5 570
Tabla 4-6. Cambios futuros promedio proyectados de precipitación (Pr) y temperatura media (TM) para los departamentos con mayores cambios proyectados en la segunda mitad del siglo XXI (períodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5 571
Tabla 4-7. Rangos de clasificación del cambio porcentual medio de precipitación proyectada 573
Tabla 4-8. Cambio porcentual medio de precipitación proyectada por cuenca, escenario y horizonte temporal (2061-2080 y 2081-2100) 574
Tabla 4-9. Indicadores económicos y territoriales para los departamentos afectados por la reducción de lluvias 594
Tabla 4-10. Indicadores de pobreza y desigualdad para los departamentos afectados por la reducción de lluvias 595
Tabla 4-11. Indicadores de accesos a servicios públicos y conectividad para los departamentos afectados por la reducción de lluvias 596
Tabla 4-12. Indicadores económicos y territoriales para los departamentos afectados por aumento de lluvias 599
Tabla 4-13. Indicadores de pobreza y desigualdad para los departamentos afectados por aumento de lluvias 600
Tabla 4-14. Indicadores de accesos a servicios públicos y conectividad para los departamentos afectados por aumento de lluvias 601
Tabla 4-15. Indicadores económicos y territoriales para los departamentos afectados por el aumento de temperaturas 604
Tabla 4-16. Indicadores de pobreza y desigualdad para los departamentos afectados por el aumento de temperatura 605
Tabla 4-17. Indicadores de accesos a servicios públicos y conectividad para los departamentos afectados por aumento de temperatura 606
Tabla 4-18. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de amenaza según escenario SSP y periodos 613
Tabla 4-19. Categorías de vulnerabilidad 614
Tabla 4-20. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (vulnerabilidad de referencia 2015) 623
Tabla 4-21. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (vulnerabilidad de referencia 2019) 623
Tabla 4-22. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (vulnerabilidad de referencia 2023) 624
Tabla 4-23. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de amenaza según escenario SSP y periodo (dimensión Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria) 627
Tabla 4-24. Síntesis de porcentaje y número de municipios en las categorías de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad según año de corte (dimensión SAPA) 632
Tabla 4-25. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2015 (dimensión SAPA) 637
Tabla 4-26. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2019 (dimensión SAPA) 637

Tabla 4-27. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2023 (dimensión SAPA) 638
Tabla 4-28. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de amenaza según escenario SSP y periodo (dimensión Salud Humana) 640
Tabla 4-29. Síntesis de porcentaje y número de municipios en las categorías de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad según año de corte (dimensión Salud Humana) 643
Tabla 4-30. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2015 (dimensión Salud Humana) 648
Tabla 4-31. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2019 (dimensión Salud Humana) 652
Tabla 4-32. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2023 (dimensión Salud Humana) 652
Tabla 4-33. Síntesis de porcentaje y número de municipios en las categorías de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad según año de corte (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) 661
Tabla 4-34. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2015 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) 666
Tabla 4-35. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2019 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) 666
Tabla 4-36. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2023 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) 667
Tabla 4-37. Grupos de cultivos considerados para el cálculo de la amenaza en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria 680
Tabla 4-38. Líneas de acción del PNACC 687
Tabla 4-39. Compromisos en el marco de la NDC 2.0 688
Tabla 4-40. Metas en materia de adaptación al cambio climático en el marco de la Ley 2169 691
Tabla 4-41. Objetivos estratégicos de mediano plazo en el marco de la NDC 3.0 692
Tabla 4-42. Compromisos climáticos de la NDC 3.0 por dimensión, con identificación de enfoque diferencial 694
Tabla 4-43. Correspondencia entre las prioridades nacionales de adaptación y las Apuestas de Transformación de la Estrategia Climática de Largo Plazo – E2050 707
Tabla 4-44. Tipificación de obstáculos para la adaptación 712
Tabla 4-45. Disponibilidad de información en los indicadores 715
Tabla 4-46. Relación entre los indicadores de Belem y los indicadores nacionales 717
Tabla 4-47. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectorial formalizados 721
Tabla 4-48. Estado de implementación de las acciones de adaptación de los PIGCCT 749
Tabla 4-49. Estado de implementación de las acciones de adaptación de los PIGCCS por sector 756
Tabla 4-50. Estado de implementación de las medidas de adaptación de la NDC 2.0 y Ley 2169 766
Tabla 4-51. Avance general de los compromisos de adaptación por sector 771
Tabla 4-52. Componentes del sistema M&E 777
Tabla 4-53. Arquitectura del sistema M&E de Adaptación 778
Tabla 4-54. Niveles de planificación, escala temporal y espacial de las acciones orientadas a la adaptación en el marco del módulo MEL del SIIVRA 780
Tabla 4-55. Acciones orientadas a la adaptación al cambio climático por nivel de planificación, según escala espacio-temporal, 2015-2025 784
Tabla 4-56. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2021-2040 (dimensión SAPA) 799
Tabla 4-57. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2041-2060 (dimensión SAPA) 799
Tabla 4-58. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2061-2080 (dimensión SAPA) 800

Tabla 4-59. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2081-2100 (dimensión SAPA) 800
Tabla 4-60. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad, por comparación entre años de corte (dimensión SAPA) 803
Tabla 4-61. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2021-2040 (dimensión Salud Humana) 807
Tabla 4-62. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2041-2060 (dimensión Salud Humana) 807
Tabla 4-63. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2061-2080 (dimensión Salud Humana) 808
Tabla 4-64. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2081-2100 (dimensión Salud Humana) 808
Tabla 4-65. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad, por comparación entre años de corte (dimensión Salud Humana) 812
Tabla 4-66. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2021-2040 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) 816
Tabla 4-67. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2041-2060 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) 817
Tabla 4-68. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2061-2080 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) 817
Tabla 4-69. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2081-2100 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) 818
Tabla 4-70. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad, por comparación entre años de corte (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) 820
Tabla 4-71. Lecciones aprendidas y recomendaciones 823
Tabla 4-72. Evolución de las actuales áreas glaciares de Colombia desde mediados del siglo XIX a 2024 839
Tabla 4-73. Síntesis de los estudios de vulnerabilidad e impactos del cambio climático en ciudades y municipios costeros de Colombia 851
Tabla 4-74. Estimación de daños ambientales en áreas protegidas 857
Tabla 4-75. Áreas afectadas y valoración económica en Colombia 2025 858
Tabla 4-76. Iniciativas de cooperación a través de Minambiente 876
Tabla 4-77. Participación de los cooperantes 877
Tabla 4-78. Área temática abarcada en los proyectos de cooperación 878
Tabla 4-79. Plan de Mejora BTR 2 906
Tabla 5-1. Etapas del ciclo de preparación de reportes sobre el apoyo recibido 937
Tabla 5-2. Fases metodología CTCN para evaluación de necesidades tecnológicas en subsectores nacionales 982
Tabla 5-3. Subsectores priorizados proceso de Evaluación de Necesidades Tecnológicas-metodología CTCN 982
Tabla 5-4. Tecnologías priorizadas por subsector, metodología CTCN 983
Tabla 5-5. Proyectos tecnológicos formulados a través del proceso ENT-PAT 987
Tabla 5-6. Casos de estudio transferencia de tecnología 1004
Tabla 5-7. Casos de estudio en fomento de la capacidad 1048
Tabla 6-1 La Acción para el Empoderamiento Climático en las instancias de coordinación del SISCLIMA 1091
Tabla 6-2 Entidades nacionales responsables de orientar la política pública de la Acción para el Empoderamiento Climático 1092
Tabla 6-3 Listado de material disponible en el Portal Colombia Aprende 1128
Tabla 6-4 Resultados significativos encuesta IES 1129
Tabla 6-5 Cursos de formación diseñados durante 2024 1144
Tabla 6-6 Cursos de formación en proceso de estructuración 1144

Tabla 6-7 Incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los Planes integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales. 1161
Tabla 6-8. Incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los Planes integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales. 1166
Tabla 6-9. Procesos de Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos desarrollados a nivel territorial. 1170
Tabla 6-10 Cursos virtuales ofrecidos por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 1198
Tabla 7-1. Distribución del número de publicaciones por categoría principal y secundaria FORD. 1243
Tabla 7-2. Identificación de categorías temáticas en los resúmenes de las publicaciones científicas 1245
Tabla 7-3. Tipo de evidencia en cada categoría temática 1246
Tabla 7-4. Fuentes en donde se publicaron más de diez documentos relacionados con el cambio climático en Colombia desde 2015 a 2025. 1248
Tabla 7-5. Distribución de las revistas científicas en las que se publicaron documentos relacionados con cambio climático en Colombia durante el periodo 2015–2025, según rangos de valor del SCImago Journal Rank (SJR). 1250
Tabla 7-6. Distribución por cuartil de las revistas científicas en las que se publicaron documentos relacionados con cambio climático en Colombia durante el periodo 2015–2025. 1251
Tabla 7-7. Principales financiadores de documentos publicados sobre del cambio climático en Colombia desde 2015 a 2025 1251
Tabla 7-8. Distribución de los trabajos de tesis por categoría principal y secundaria FORD 1255
Tabla 7-9. Investigadores que trabajan en cambio climático por gran área y área 1259
Tabla 7-10. Grupos de investigación que trabajan en cambio climático por gran área y área 1265
Tabla 7-11. Síntesis comparativa entre el estudio cienciométrico de 2010-2015 y el presente estudio. 1269
Tabla 7-12. Distribución de investigadores por sexo para cada nivel máximo de formación 1273
Tabla 7-13. Distribución de investigadores por sexo para cada nivel de la clasificación de MinCiencias 1273
Tabla 7-14. Definición de variables ambientales observadas de forma sistemática 1279
Tabla 7-15. Estaciones de monitoreo por tecnología y estado 1312
Tabla 7-16. Estaciones por tecnología y estado 1313
Tabla 7-17. Entidades que operan más de 50 estaciones 1314
Tabla 7-18. Tipo de entidad que opera las estaciones 1315
Tabla 7-19. Distribución de estaciones por años de operación 1316
Tabla 7-20. Distribución de estaciones por departamento 1320
Tabla 7-21. Distribución de estaciones por macrocuenca hidrográfica 1323
Tabla 7-22. Distribución de estaciones por rangos de altitud 1324



Abreviaturas, Siglas y Acrónimos

AAU	Autoridades Ambientales Urbanas
AbE	Adaptación basada en Ecosistemas
ACE	Acción para el Empoderamiento Climático
AFD	Agencia Francesa de Desarrollo
AICCA	Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de los Andes (proyecto)
AMVA	Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
ANI	Agencia Nacional de Infraestructura
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ANM	Ascenso del Nivel Medio del mar
AR5 / AR6 / AR7	Quinto / Sexto / Séptimo Informe de Evaluación del IPCC (Assessment Report)
AT-D	Alertas Tempranas por Deforestación
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banca multilateral
BMUV	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor de Alemania
BTR / BTR1	Informe Bienal de Transparencia / Primer Informe Bienal de Transparencia de Colombia (2024)
BUR	Informe Bienal de Actualización
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (antes Corporación Andina de Fomento)
CAM	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
CAMS	Servicio de Monitoreo de la Atmósfera de Copernicus
CAR	Corporación Autónoma Regional
CARDIQUE	Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique
CARSUCRE	Corporación Autónoma Regional de Sucre
CCB	Climate, Community and Biodiversity Standards
CCCP	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico
CDA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico
CDESC	Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (Naciones Unidas)
CDMB	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
CECOLDO	Centro Colombiano de Datos Oceanográficos
CICC	Comisión Intersectorial de Cambio Climático
CIDEA	Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental
CIIFEN	Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño
CIOH	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas
CITCCC	Comité de Información Técnica y Científica de Cambio Climático
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CMA	Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París

CMIP6	Coupled Model Intercomparison Project, Fase 6
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNE	Catálogo Nacional de Estaciones
COCOITAIBE	Consejo Comunitario Afroitaibe
CODECHOCÓ	Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental
CONDESAN	Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CORNARE	Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare
CORPAMAG	Corporación Autónoma Regional del Magdalena
CORPONOR	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
COP	Conferencia de las Partes (Conference of the Parties)
CP	Referencia abreviada a decisiones de la Conferencia de las Partes (p. ej. Decisión 1/CP.16)
CPPS	Comisión Permanente del Pacífico Sur
CRQ	Corporación Autónoma Regional del Quindío
CTN-ERFEN	Comité Técnico Nacional para el Estudio del Fenómeno de El Niño
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
DAMCRA	Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos (Minambiente)
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DDHH	Derechos Humanos
DIMAR	Dirección General Marítima
DHIME	Datos Hidrometeorológicos y Meteorológicos
DNMI	Distrito Nacional de Manejo Integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
DRMI	Distrito Regional de Manejo Integrado
E2050	Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia a 2050
ECDBC	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono y Resiliente al Clima
ECV	Variable Climática Esencial
ECNV	Encuesta Nacional de Calidad de Vida
EDAN	Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades
EDANA	Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales pos-desastre
EDANPRI	Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades, Pérdidas, Riesgos Asociados e Impactos
ELA	Línea de Equilibrio Altitudinal (Equilibrium Line Altitude)
EMSCA	Estadística del monitoreo y seguimiento de la calidad del aire
ENAEC	Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático
ENANDES	Proyecto de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Andes (Enhancing Adaptive Capacity of Andean Communities through Climate Services)
ENEFSPCC	Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático
ENMA	Estrategia Nacional de Movilidad Activa con Enfoque de Género y Diferencial
ENOS / ENSO	Fenómeno El Niño-Oscilación del Sur

ENRRACCEC	Estrategia Nacional de Recuperación Resiliente y Adaptada al Cambio Climático con Enfoque Comunitario
EPFSA	Estrategia de Protección Financiera para el Sector Ambiente
ERFEN	Estudio Regional del Fenómeno El Niño
ETC	Entidades Territoriales Certificadas
ETF	Marco de Transparencia Reforzado (Enhanced Transparency Framework)
FENOGE	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía
FMI	Fondo Monetario Internacional
FORD	Ámbitos de Investigación y Desarrollo
FRLD	Fondo para Responder a las Pérdidas y los Daños (Fund for Responding to Loss and Damage)
GCF	Fondo Verde para el Clima (Green Climate Fund)
GCOS	Sistema Mundial de Observación del Clima
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GEIH	Gran Encuesta Integrada de Hogares
GGA	Global Goal on Adaptation (Meta Global de Adaptación)
GIRE	Política de Gestión Integral del Riesgo Escolar y Educación en Emergencia
GIRH	Gestión Integral del Recurso Hídrico
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Internacional (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)
GLOBIO	Modelo GLOBIO (Global Biodiversity Model)
GOOS	Sistema Mundial de Observación de los Océanos
GNIP	Red Global de Isótopos en la Precipitación
GRD	Gestión del Riesgo de Desastres
GRDC	Banco Mundial de Datos Hidrológicos
Ha	Hectárea
IAvH	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”
ICAM	Índice de Calidad de las Aguas Marinas y Costeras
ICAU	Indicadores de Calidad Ambiental Urbana
ICBF	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar
ICLEI	Gobiernos Locales por la Sostenibilidad (Local Governments for Sustainability)
ICTAC	Indicador de Condición Tendencia de Arrecifes Coralinos
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IDIGER	Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático
IDMC	Centro de Monitoreo de Desplazamiento Interno (Internal Displacement Monitoring Centre)
IES	Instituciones de Educación Superior
IFN	Inventario Forestal Nacional.
IIAP	Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico
IHP	Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO (International Hydrological Programme)
IKI	Iniciativa Climática Internacional (Internationale Klimaschutzinitiative)
INGEI	Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia

INS	Instituto Nacional de Salud
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
IODE	Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográfica
INVÍAS	Instituto Nacional de Vías
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)
IPM	Índice de Pobreza Multidimensional
Km	Kilómetros
MAC	Mesas Agroclimáticas Comunitarias
MACI	Monitoreo Ambiental Comunitario Indígena
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MEL	Monitoreo, Evaluación y Aprendizaje
MFMP	Marco Fiscal de Mediano Plazo
MHCP	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
Minambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MME	Ministerio de Minas y Energía
MPC	Mesa Permanente de Concertación con los Pueblos Indígenas
MPG	Modalidades, Procedimientos y Directrices del Marco de Transparencia Reforzado (Decisión 18/CMA.1)
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
MRT	Marco Reforzado de Transparencia
MSA	Abundancia Media de Especies (Mean Species Abundance)
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional (Nationally Determined Contribution)
NM	Nivel del Mar
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos
NRCC	Nodos Regionales de Cambio Climático
OAI	Oficina de Asuntos Internacionales (Minambiente)
OBIS	Sistema de Información Biogeográfica Oceánica
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OGA	Objetivo Global de Adaptación
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONG	Organización No Gubernamental
ONI	Índice Oceánico El Niño (Oceanic Niño Index)
ONU Mujeres	Entidad de las Naciones Unidas para la Igualdad de Género y el Empoderamiento de las Mujeres
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OTCA	Organización del Tratado de Cooperación Amazónica
PAB	Plan de Acción de Biodiversidad
PAE	Plan de Acción Específico para la Recuperación

PAGCC-CO	Plan de Acción en Género y Cambio Climático de Colombia
PDT	Plan de Desarrollo Territorial
PEAM	Planes de Educación Ambiental Municipales
PEFA	Marco de Evaluación de Desempeño de las Finanzas Públicas (Public Expenditure and Financial Accountability)
PIB	Producto Interno Bruto
PIGCC	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático
PIGCCME	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del sector Minas y Energía
PIGCCS	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial
PIGCCSH	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sector Hacienda
PIGCCME	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sector Energía
PIGCCT	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial
PIMA	Public Investment Management Assessment
PIRMA	Programa Institucional Regional de Monitoreo del Agua
PMEC	Plan Maestro de Erosión Costera
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PNASUB	Programa Nacional de Aguas Subterráneas
PNCC	Política Nacional de Cambio Climático
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNEA	Política Nacional de Educación Ambiental
PNGIRH	Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico
PNMRH	Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico
PNN	Parques Nacionales Naturales
PNOEC	Política Nacional Oceánica y de los Espacios Costeros
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POMCA	Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas
POMIUAC	Plan de Ordenación y Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costeras
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
PRA	Plataforma Regional Amazónica de Pueblos Indígenas y Cambio Climático
PRAE	Proyecto Ambiental Escolar
PRICCO	Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquia
PROCEDA	Proyecto Ciudadano de Educación Ambiental
RAUS	Red Ambiental de Universidades Sostenibles
RCP	Trayectorias de Concentración Representativas (Representative Concentration Pathways)
REDCAM	Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación forestal
REDMPOMM	Red de Medición de Parámetros Oceanográficos y de Meteorología Marina
REMO	Red de Estaciones Meteorológicas y Oceanográficas
RENARE	Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

RMSE	Raíz del Error Cuadrático Medio (Root Mean Square Error)
RNASUB	Red Básica Nacional de Monitoreo de Aguas Subterráneas.
RNI	Red Nacional de Isotopía
RNVCA	Red Nacional de Vigilancia de Calidad del Aire
RUD	Registro Único de Damnificados
SAPA	Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria
SAT	Sistema de Alerta Temprana
SAVER	Programa Saneamiento de Vertimientos
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SEIP	Sistema Educativo Indígena Propio
Sendai GAP	Plan de Acción de Género del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SGSSS	Sistema General de Seguridad Social en Salud
SIAC	Sistema de Información Ambiental de Colombia
SIAM	Sistema de Información Ambiental Marina
SIAT-AC	Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIGMA	Sistema de Información para la Gestión de los Manglares de Colombia
SIIDCCO	Sistema de Información de Impactos Diferenciales del Cambio Climático
SIIVRA	Sistema Integrador de Información de Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación
SIMAAC	Sistema Regional de Indicadores de Monitoreo Ambiental de la Amazonia Colombiana
SIMAC	Sistema de Monitoreo de Arrecifes Coralinos
SIMCOBA	Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia Colombiana
SIMCOT	Sistema de Monitoreo de Coberturas de la Tierra
SINA	Sistema Nacional Ambiental
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SINCHI	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas
SINGEI	Sistema Nacional de Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas
SIPSEM	Sistema Integrado de Pronósticos para la Seguridad Integral Marítima
SIRH	Sistema de Información del Recurso Hídrico
SISAIRE	Subsistema de Información sobre Calidad del Aire
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático
SISMAC	Sistema de Información y Soporte para el Monitoreo de Arrecifes Coralinos
SIVIGILA	Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública
SJR	SCImago Journal Rank
SMEC	Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y de Medidas de Adaptación basadas en Ecosistemas
SMByC	Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono
SMEC-MAbE	Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y Medidas de Adaptación basadas en Ecosistemas
SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

SNGRD	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
SNICC	Sistema Nacional de Información para el Cambio Climático
SNIF	Sistema Nacional de Información Forestal.
SNMB	Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques
SPEI	Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración
SPI	Índice Estandarizado de Precipitación
SSMI	Índice de Humedad en el Suelo
SSP	Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (Shared Socioeconomic Pathways)
STEM	Enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas
SUDS	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible
SVCA	Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire
TCNCC	Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático
TMAC	Tasa Media Anual de Crecimiento
TEJ	Transición Energética Justa
TM	Temperatura Media
TNC	The Nature Conservancy
TSM	Temperatura Superficial del Mar
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (versión en inglés de la CMNUCC)
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
UN-HABITAT	Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
VIOC	Vigilancia Integrada de Oscilaciones Climáticas
VMM	Vigilancia Meteorológica Mundial
WGI	Grupo de Trabajo I del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
WGMS	Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares
WFP	Programa Mundial de Alimentos (World Food Programme)
WIM	Mecanismo Internacional de Varsovia (Warsaw International Mechanism)
WoS	Web of Science
WRI	Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute)
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical

4CNCC

Ambiente | IDEAM

Capítulo 1

Circunstancias nacionales y los arreglos institucionales



1. Información sobre las circunstancias nacionales y los arreglos institucionales pertinentes para la preparación del Informe Bienal de Transparencia, de conformidad con el Capítulo I de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1) y el Artículo 13 del Acuerdo de París.

AUTORES

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam

Angie Camila Villamil Merchán	ORCID - ID: 0009-0000-5958-9209
Elizabeth Patiño Correa	ORCID - ID: 0000-0002-4706-6408
Leonardo Alfredo Pineda Pardo	ORCID - ID: 0000-0001-6645-6615

Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Claudia Giovanna Rivera Tirado	ORCID - ID: 0009-0005-4425-9852
Sindy Andrea Gómez Caro	ORCID - ID: 0009-0008-3638-5025

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Jessica Pinilla Orozco	ORCID - ID: 0009-0004-5042-2292

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Angie Natalia Medina	ORCID - ID: 0000-0001-8626-3087
Carolina Castro Moreno	ORCID - ID: 0000-0001-8316-1704
Elkin A. Noguera-Urbano	ORCID - ID: 0000-0002-4391-4852
Ricardo Ortiz Gallego	ORCID - ID: 0000-0003-1070-1081

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis"

Alejandra Vega Cabrera	ORCID - ID: 0000-0003-1472-9209
Carolina García Valencia	ORCID - ID: 0000-0002-3824-3839
Desireé Hernández-Narváez	ORCID - ID: 0000-0001-6555-1290
Milena Hernández Ortíz	ORCID - ID: 0000-0001-6787-1597

COORDINACIÓN TÉCNICA DEL CAPITULO

Leonardo Alfredo Pineda Pardo
Sindy Andrea Gómez Caro

REVISORES DE PRIMERA PARTE

Departamento Nacional de Planeación

Camilo Álvarez-Espinosa
Juan Camilo González Romero

Ministerio de Educación Nacional

Blanca Liliana Trujillo Ayerbe

COLABORADORES

Ministerio de Educación Nacional: Mauricio Katz García. **Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:** Carlos J. Muñoz-Rodríguez, Cristian Cruz Rodríguez. **Griffith University (School of Environment and Science, Australian Rivers Institute):** Andrés Felipe Suárez-Castro. **Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD -Fundación Natura):** Juan Camilo Molina Betancur



Las circunstancias nacionales son esas condiciones particulares de un país que influyen en la manera en cómo enfrenta y gestiona el cambio climático.

En este capítulo se describen las características demográficas, geográficas, climáticas y económicas de Colombia. Asimismo, presenta los acuerdos institucionales y marco jurídico que evidencian el progreso alcanzado en materia de normatividad sobre cambio climático.

Además, las circunstancias descritas en este apartado inciden en la gestión de la mitigación y adaptación al cambio climático, así como en el comportamiento de las emisiones. Por lo tanto, lo aquí expuesto es aplicable para los demás capítulos que componen el presente reporte.

1.1. Perfil biofísico del territorio

1.1.1. Geografía

Colombia se localiza en el noroeste de Sudamérica, entre los 4°13'30'' de latitud sur y los 12°27'46'' de latitud norte y entre los 66°50'54'' y los 79°0'23'' de longitud oeste. La superficie total del país es de 2.070.408 km², de los cuales 1.141.748 km² corresponden al área continental y 928.660 km² al área marítima. Esta última está conformada por al menos 100 islas, 17 cayos, 42 bahías y 5 golfos. Asimismo, Colombia posee aproximadamente 3.531 km de línea costera distribuidos entre el mar Caribe, el océano Pacífico y el territorio insular, donde confluyen procesos oceanográficos, climáticos y continentales que favorecen una alta diversidad de ecosistemas marino-costeros (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023).

El territorio colombiano presenta una estructura geográfica diversa, delimitada por el océano Pacífico al occidente, el mar Caribe al norte y el sistema montañoso de los Andes, conformado por las cordilleras Oriental, Central y Occidental. Este sistema montañoso ocupa el 33 % del territorio continental, mientras que el 67 % restante corresponde a llanuras bajas. La topografía nacional se organiza en cuatro grandes sectores: el sistema montañoso y los valles interandinos, las zonas bajas, los sistemas montañosos aislados y las zonas insulares (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Administrativamente, el país se divide en seis regiones biogeográficas (Amazonía, Andina, Caribe, Orinoquía, Pacífico e Insular), que comprenden 32 departamentos y 1.103 municipios, incluida Bogotá.



Figura 1-1. Mapa físico de la República de Colombia

Fuente. Tomado de Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., (2024).

1.1.1.1. Regiones geográficas

A continuación, se presenta una descripción de las principales características de cada una de las seis regiones naturales de Colombia:

1.1.1.1.1. Región Amazónica

Limita al sur con los ríos Putumayo y Amazonas; al este, con la República de Brasil y el río Negro; al oeste, con la cordillera Oriental; y al norte, con la región de la Orinoquía. Cuenta con una extensión aproximada de 380.000 km² e incluye los departamentos de Amazonas, Caquetá, Putumayo, Guaviare, Guainía y Vaupés. Su cobertura vegetal se caracteriza principalmente por la presencia de biomas de bosques húmedos tropicales, sabanas y selvas pantanosas (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

1.1.1.1.2. Región Andina

Se localiza en el centro del país y limita al sur con la República del Ecuador y la región Amazónica; al norte, con la región Caribe; al oeste, con la región Pacífica; y al este, con la región de la Orinoquía. En esta región se encuentran las cordilleras Occidental, Central y Oriental, además de los valles de los ríos Cauca y Magdalena, configurando una gran diversidad de paisajes, hábitats y ecosistemas. La cordillera Occidental es la de formación más reciente y de menor altura; la Central se caracteriza por ser la más elevada y por concentrar numerosos volcanes y nevados; mientras que la Oriental es la de mayor longitud y extensión, prolongándose hasta Venezuela. En esta región convergen 21 departamentos: Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca. Asimismo, concentra cerca del 70 % de la población nacional y gran parte de la actividad económica del país (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

1.1.1.1.3. Región Caribe

Se localiza en el norte del país. Limita al norte con el mar Caribe; al oeste, con Panamá y el golfo de Urabá; al sur, con la región Andina; y al este, con la República Bolivariana de Venezuela. En esta región se destacan sistemas montañosos aislados como los Montes de María o Serranía de San Jacinto, prolongación de la cordillera Occidental; la Sierra Nevada de Santa Marta; las serranías de Jarará y Macuira, en La Guajira; y la Serranía de los Motilones, cuya vertiente occidental hace parte principalmente de la cuenca del río Cesar y del río Ranchería, que desemboca en el mar Caribe. Asimismo, la llanura Caribe abarca una extensión aproximada de 142.000 km² (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

La región comprende los departamentos de La Guajira, Atlántico, Bolívar, Magdalena, Cesar, Sucre y Córdoba, además de áreas de Antioquia y Santander. En términos generales, presenta condiciones climáticas secas y una predominancia de vegetación xerofítica. En las sabanas de Bolívar predominan pequeñas elevaciones y zonas semiáridas, mientras que en la Sierra Nevada de Santa Marta se localizan las mayores alturas del país, representadas por los picos Simón Bolívar y Cristóbal Colón, ambos con 5.775 m s. n. m. (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Por otra parte, durante los períodos de inundación, la depresión Momposina ubicada en la confluencia de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Cesar, alimenta una extensa red de ciénagas, humedales y pantanos, configurando uno de los sistemas hídricos más importantes de la región Caribe (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

1.1.1.1.4. Región de la Orinoquía

Se localiza al oriente del país y limita al sur con la región Amazónica; al norte, con el río Arauca y la República Bolivariana de Venezuela; al oeste, con la cordillera Oriental; y al este, con la República Bolivariana de Venezuela y la República Federativa de Brasil. Esta región, también conocida como los Llanos Orientales, cuenta con una extensión aproximada de 250.000 km² y comprende principalmente los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

La hidrografía de la región está conformada por importantes ríos como el Arauca, Casanare, Cinaruco, Guaviare, Inírida, Meta, Tomo, Tuparro y Vichada, cuyas aguas desembocan en el río Orinoco. Su territorio se caracteriza por extensas llanuras cubiertas principalmente por sabanas, pastizales y bosques de galería, que sustentan una alta diversidad biológica. Estas características han favorecido el desarrollo de actividades económicas como la ganadería extensiva, la agricultura y la explotación de recursos minerales e hidrocarburíferos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

1.1.1.1.5. Región del Pacífico

Se localiza en el occidente del país y limita al oeste con el océano Pacífico; al norte, con el golfo de Urabá y la frontera con la República de Panamá; al sur, con la República del Ecuador; y al este, con la cordillera Occidental. Cuenta con una extensión aproximada de 83.170 km², distribuidos en los departamentos de Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca. En esta región se destacan sistemas montañosos aislados como la serranía del Baudó y la serranía del Darién, ubicadas principalmente en el departamento del Chocó. Esta región se caracteriza por presentar una de las mayores precipitaciones del mundo, con

valores cercanos a los 4.000 mm anuales, así como niveles de humedad relativa superiores al 80 %, que en algunas zonas alcanzan el 90 %. Estas condiciones favorecen la existencia de extensos bosques húmedos tropicales y una alta biodiversidad. Asimismo, numerosos ríos caudalosos atraviesan la región en diferentes direcciones, entre los que se destacan los ríos Atrato, Baudó, Patía y San Juan (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

1.1.1.1.6. Región Insular

Está conformada, en el mar Caribe, por el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, junto con sus islotes y cayos asociados; y, en el océano Pacífico, por las islas de Malpelo y Gorgona. El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, además de las islas menores que lo integran, abarca aproximadamente 49 km² y alberga uno de los arrecifes de barrera más extensos y productivos del océano Atlántico. En sus ambientes marino-costeros se encuentran playas arenosas, bosques de manglar, acantilados rocosos, ciénagas, arrecifes coralinos y rocosos, lagunas arrecifales, fondos arenosos y praderas de fanerógamas marinas (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Por su parte, la isla de Malpelo posee una línea de costa aproximada de 4 km y alberga el Santuario de Flora y Fauna Malpelo, caracterizado por una isla volcánica oceánica con litorales rocosos, ecosistemas pelágicos, fondos arenosos y formaciones coralinas. En cuanto a la isla Gorgona, esta presenta una línea de costa cercana a los 25 km y una extensión aproximada de 61.687,5 ha, de las cuales 1.383 ha corresponden al área terrestre. En su territorio se encuentran arrecifes coralinos que abarcan cerca de 0,3 km², constituyendo la mayor extensión de corales duros del Pacífico colombiano (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

1.1.2. Hidrografía

El país se divide en cinco áreas hidrográficas, también conocidas como vertientes, que representan grandes cuencas que agrupan ríos y afluentes que desembocan en un mismo mar. Estas áreas son: Amazonas, Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco y Pacífico.

En la vertiente del Amazonas se encuentran los ríos Apaporis, Caguán, Caquetá, Napo, Putumayo y Yarí, que nacen en el piedemonte amazónico o en la cordillera Oriental y se caracterizan por presentar aguas claras. También forman parte de esta vertiente los ríos Guainía y Vaupés, originados en las llanuras amazónicas y con una mayor tendencia a presentar aguas turbias. Adicionalmente, una porción del río Amazonas hace parte de esta vertiente hidrográfica (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).



Figura 1-2. Regiones biogeográficas de Colombia

Fuente. Elaboración propia con base en IDEAM (2025), actualizada para el BTR2.

La vertiente del Caribe está integrada por seis zonas hidrográficas: Atrato-Darién, Caribe-La Guajira, Caribe-Litoral, Catatumbo, Islas Caribe y Sinú. Entre sus principales corrientes se destaca el río Atrato, uno de los más caudalosos del país, con un caudal medio de 4.900 m^3/s y un recorrido de sur a norte hasta su desembocadura en el golfo de Urabá, en el mar Caribe. Asimismo, en el nudo de Paramillo nace el río Sinú, que recorre aproximadamente 438 km antes de desembocar en el golfo de Morrosquillo. Por su parte, el río Ranchería tiene su origen en la Sierra Nevada de Santa Marta, alcanza una longitud cercana a los 248 km y desemboca en el mar Caribe (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

La vertiente Magdalena-Cauca se localiza entre las cordilleras Occidental, Central y Oriental de los Andes colombianos. Comprende nueve zonas hidrográficas: Alto Magdalena, Saldaña, Medio Magdalena, Sogamoso, Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge, Cauca, Nechí, Cesar y Bajo Magdalena. Sus principales corrientes son los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, además de sistemas hidrográficos representativos como los valles de los ríos Cesar y Sogamoso (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

La vertiente del Orinoco tiene su origen en la cordillera Oriental y drena de occidente a oriente hacia el río Orinoco, cuya longitud aproximada es de 2.500 km. También incluye el río Meta, que nace en la cordillera Oriental y desemboca en el Orinoco, así como el río Arauca, cuyo nacimiento se ubica en el páramo del Almorzadero y que constituye parte del límite natural entre Colombia y Venezuela (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

La vertiente del Pacífico está conformada por más de 200 ríos, caracterizados por ser cortos y caudalosos. Entre los más representativos se encuentran el río Baudó, que nace en el Alto del Buey; el río San Juan, cuyo origen se localiza en el cerro Caramanta y desemboca en el océano Pacífico; el río Patía, que fluye desde el Macizo Colombiano hasta el Pacífico; y el río Mira, que nace en Ecuador y atraviesa una extensa llanura antes de desembocar en el litoral pacífico colombiano (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

1.1.3. Aspectos edafológicos

Colombia presenta una alta diversidad edáfica, con presencia de 11 de los 12 órdenes de suelos definidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, lo que refleja la complejidad de sus estructuras geológicas y procesos climáticos, y supone retos para la planificación territorial. Predominan los suelos poco evolucionados (entisoles e inceptisoles), que representan el 58,11 % del territorio, seguidos por suelos muy evolucionados y de baja fertilidad (ultisoles y

oxisoles), con el 28,79 %. Solo el 7,5 % del país cuenta con suelos de alta aptitud agrícola (andisoles y molisoles). Estos suelos son diversos pero frágiles, y las regiones más afectadas por procesos de degradación son el Caribe, la Andina y la Orinoquía, debido principalmente a la deforestación y a la explotación minera y petrolera. Entre los principales procesos de degradación se destacan la erosión, el sellamiento, la contaminación, la pérdida de materia orgánica, la salinización, la compactación y la desertificación (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

1.1.4. Diversidad biológica

Colombia es el cuarto país con más biodiversidad en el mundo después de Brasil, Indonesia y China (SiB Colombia, 2026). Entre 2020 y 2025 se observa un crecimiento sostenido en el número de especies registradas, pasando de 58.312 a 83.725 (SiB Colombia, 2025a, 2025b). Este comportamiento representa un aumento acumulado del 43,6 % en el período analizado y una tasa promedio anual de crecimiento del 7,5 %.

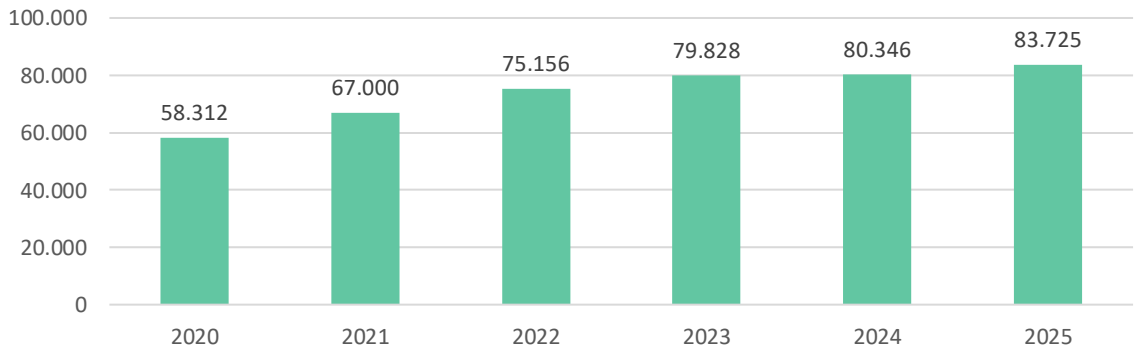


Figura 1-3. Número de especies registradas

Fuente. Adaptado de SiB Colombia (2025a, 2025b)

Las aves lideran ampliamente la representación con más de 26,4 millones de registros, lo que evidencia su alta documentación y monitoreo. En segundo lugar, se ubican las plantas, con más de 5,93 millones de registros, mostrando también un fuerte interés en su estudio y conservación. Otros grupos como los peces (2,29 millones), insectos (1,6 millones) y mamíferos (662 mil) presentan cifras relevantes, aunque menores en comparación con aves y plantas. En posiciones intermedias se encuentran las bacterias (474 mil), hongos (445 mil) y los anfibios y reptiles (más de 275 mil cada grupo). En contraste, grupos como los protozoos (31 mil) y las arqueas (4,2 mil) registran cantidades bajas, lo que refleja una menor tasa de publicación, debido quizás a un menor esfuerzo de muestreo o la dificultad en su estudio (SiB Colombia, 2025b).

1.1.4.1. Especies endémicas

De acuerdo con las fuentes consultadas, Colombia alberga 8.497 especies endémicas. A diciembre de 2025, según los datos publicados a través del SiB Colombia, se han observado 6.475 especies endémicas en el país. De este total, el 82,1% corresponde a plantas (Bernal et al., 2020), mientras que los demás grupos se distribuyen de la siguiente manera: 373 especies de peces de agua dulce (DoNascimiento et al., 2024), 178 anfibios (AmphibiaWeb, 2025), 163 reptiles (Uetz et al., 2025), 113 hongos (Bernal et al., 2020), 81 aves (Echeverry-Galvis et al., 2022), 257 insectos, incluyendo mariposas (Garwood et al., 2022), libélulas (Bota Sierra et al., 2025) y coleópteros (Grupo de Coleopterólogos de Colombia, 2026), y 61 mamíferos (Ramírez-Chaves et al., 2024).

1.1.4.2. Especies amenazadas

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible renovó la lista de especies amenazadas mediante la Resolución 0126 de 2024 donde se reporta que 2.104 especies se encuentran en algún grado de amenaza de acuerdo con las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. En la siguiente tabla se muestra el comparativo entre las resoluciones de 2017 y la de 2024 con la cantidad de especies por cada una de las categorías de amenaza (SiB Colombia, 2024).

Tabla 1-1.Comparación del número de especies amenazadas entre las resoluciones de 2017 y 2024

Categoría	Resolución 1912 de 2017	Resolución 0126 de 2024	Incremento (%)
En peligro crítico (CR)	182	466	156
En peligro (EN)	428	800	87
Vulnerable (VU)	687	838	22
Total	1.297	2.104	62

Fuente. Adaptado de SiB Colombia (2024).

A través del SiB Colombia se presentan observaciones para 1.845 de ellas, distribuidas en las siguientes categorías:

Tabla 1-2. Distribución por categoría de amenaza

CR		EN		VU	
Especies	Registros	Especies	Registros	Especies	Registros
410	137.361	691	318.867	744	1.427.325

Fuente. Tomado de SiB Colombia (2026).

1.1.4.3. Especies exóticas totales

Las listas de referencia de especies exóticas de Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2023) (Torres-Morales et al., 2024) (Baptiste et al., 2022) dan cuenta de 1.550 especies exóticas totales de fauna y flora

para el país. A diciembre del 2025, se han observado 1.254 de estas especies de acuerdo con los datos publicados a través del SiB Colombia, categorizadas, así:

Tabla 1-3. Número de especies exóticas totales

Exóticas		Invasoras		Potencialmente invasoras		Trasplantadas	
Especies	Registros	Especies	Registros	Especies	Registros	Especies	Registros
1.104	389.859	22	98.210	113	394.924	15	92.345

Fuente. Tomado de SiB Colombia (2026). La cifra de "especies exóticas totales" corresponde a la suma de los grupos: exóticas, invasoras, potencialmente invasoras y trasplantadas, consolidando en una única cifra el número de especies exóticas.

1.1.4.4. Especies objeto de comercio

Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES (United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, 2025) a diciembre de 2025 se reporta la presencia de 4.224 especies reguladas en Colombia, distribuidas por apéndice así:

Tabla 1-4. Distribución de especies por apéndice CITES

Apéndice I		Apéndice I / II		Apéndice II		Apéndice III	
Especies	Registros	Especies	Registros	Especies	Registros	Especies	Registros
49	76.615	1	149	4.143	3'987.829	31	195.751

Fuente. Tomado de UNEP-WCMC (2025).

1.1.4.5. Especies migratorias

De acuerdo con la "Lista de referencia de especies silvestres migratorias de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025), se han reportado oficialmente 837 especies migratorias para el país. De ellas, 765 especies han sido observadas según los datos publicados a través del SiB Colombia a diciembre de 2025. La distribución por grupos biológicos es la siguiente: 349 aves, 223 peces de agua dulce, 89 peces marinos, 61 mamíferos, 33 insectos, 5 tortugas marinas y 4 libélulas.

1.1.4.6. Ecosistemas continentales, marinos y costeros

El mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos a escala 1:100.000 estima para el territorio nacional un total de 114.407.691,9 ha de ecosistemas continentales y marinos, de las cuales el 66,5 % corresponde a ecosistemas naturales y el 33,5 % a ecosistemas transformados (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). En la Tabla 1-5 se observa el área de los ecosistemas naturales y transformados y sus tipos.

Tabla 1-5. Área de los ecosistemas naturales y transformados de Colombia y sus tipos

Tipos de ecosistemas	Natural (ha)	Transformado (ha)
Terrestre	58.889.340,50	32.981.672.34
Acuático	16.052.551,66	5.197.022,27
Costero	614.153,67	193.219,65
Insular	2.546,83	6.815,50
Marino	470.369,49	-
Total	76.028.962,16	38.378.729,76

Fuente. Adaptado de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2025).

Los bosques constituyen la matriz ecosistémica predominante, con 53,7 millones de hectáreas, que representan cerca del 47 % del país. Además de los bosques, Colombia cuenta con 70 ecosistemas generales más que aportan gran diversidad al territorio, lo que ratifica la alta biodiversidad que existe en el país. Como se muestra en la Tabla 1-6, los ecosistemas más representativos por extensión son: las sabanas, con 10,5 millones de hectáreas (9,2 %); los complejos rocosos, que alcanzan 2,5 millones (2,2 %); los páramos, con más de 2,1 millones (1,8 %); y los arbustales y herbazales, que superan 1,5 millones (1,3 %) (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025).

Tabla 1-6. Área de los ecosistemas boscosos y no boscosos

Bosques colombianos	Área (ha)	Ecosistemas no boscosos	Área (ha)
Bosque Basal Húmedo	37.377.765,26	Sabana Estacional	6.136.229,82
Bosque Inundable Basal	6.608.538,75	Sabana Inundable	4.373.248,54
Bosque Andino Húmedo	3.559.912,09	Páramo	2.101.157,41
Bosque Subandino Húmedo	3.024.803,57	Complejos Rocosos de Serranías	1.925.962,67
Bosque de Galeria Inundable Basal	1.614.940,17	Río de Aguas Blancas	1.205.489,48
Bosque de Galería Basal Húmedo	710.145,30	Zona Pantanosa Basal	912.166,50
Manglar	276.320,22	Complejos Rocosos Andinos	608.923,32
Bosque de Galería Basal Seco	257.748,75	Subxerofitia Basal	603.485,74
Bosque Inundable Costero	113.876,81	Xerofitia Desértica	532.910,73
Bosque Basal Seco	91.379,64	Laguna Aluvial	483.829,20
Bosque Subandino Seco	68.750,07	Herbazal Inundable Basal	423.559,06
Bosque Andino Seco	8.024,73	Xerofitia Árida	399.828,82
Bosque Inundable Subandino	7.356,15	Coralino Oceánico	318.336,26
Bosque Inundable Andino	6.078,28	Herbazal Subandino Húmedo	249.009,65
Bosque Ripario Inundable Subandino	2.509,22	Herbazal Basal Húmedo	201.753,39
Bosque de Galería Inundable Costero	368,12	Subxerofitia Subandina	196.132,45
		Desierto	183.341,26
Total	53.728.517,13		20.855.364,30

Fuente. Adaptado de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2025).

En cuanto a los ecosistemas de bosque, se identifican 16 tipos generales, entre los cuales predomina el bosque basal húmedo (32,7 %), seguido por los bosques inundables basales (5,11 %), los bosques andinos (3,11 %), los subandinos húmedos (2,64 %) y los bosques de galería (2,25 %) (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025).

1.1.5. Características biogeofísicas

A nivel mundial, los glaciares albergan cerca del 70 % del agua dulce del planeta y abastecen a más del 50 % de la población. En Colombia, estas masas de hielo, nieve y rocas se localizan en altitudes superiores a los 4800 metros aproximadamente. Son considerados indicadores físicos del cambio climático, y su estudio permite comprender la intensidad de este fenómeno y reconocer su papel como ecosistemas estratégicos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025).

El área glaciar de Colombia continúa en retroceso. A comienzos de 2024, la superficie glaciar se estimó en 30,83 ± 0,48 km^2 (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025), lo que equivale a una reducción de 4,01 km^2 (11,5 %) respecto a los 34,85 ± 0,59 km^2 registrados a inicios de 2020 (Ideam et al., 2022).

El glaciar que ha registrado la mayor pérdida porcentual de área es el Nevado Santa Isabel (NSI), con un 63,6 %, reduciéndose de 0,44 km^2 a 0,16 km^2; se estima su desaparición durante los próximos tres a cinco años (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). En 2024, se extinguió el glaciar Conejeras, perteneciente al Nevado Santa Isabel y el glaciar Campanillas Blanco perteneciente a la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán. En la Tabla 1-7 se muestran los cambios de área en los glaciares de Colombia entre 2020 y 2024.

Tabla 1-7. Cambios de las áreas glaciares de Colombia entre 2020 y 2024

Glaciar	Área 2020 (km^2)	Área 2022 (km^2)	Área 2024 (km^2)	Reducción entre 2020 y 2024 (km^2)	% de reducción
Nevado Santa Isabel	0,44	0,29	0,16	0,28	63,6
Sierra Nevada El Cocuy o Güicán	13,2	12,83	11,88	1,32	10,0
Nevado del Tolima	0,52	0,49	0,45	0,07	13,4
Sierra Nevada de Santa Marta	5,8	5,30	4,84	0,96	16,5
Volcán Nevado del Huila	6,74	6,50	6,33	0,41	6,1
Volcán Nevado del Ruiz	8,14	7,68	7,17	0,97	11,9
Total	34,84	33,09	30,83	4,01	11,5

Fuente. Tomado de Ideam et al., (2022), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2025).

1.2. Perfil sociodemográfico

1.2.1. Características demográficas

De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018, realizado por el DANE, Colombia registró 44.164.417 habitantes. A partir de este ejercicio censal se elaboraron las proyecciones oficiales de población, las cuales estimaron para 2025 un total de 53.057.212 personas.

En la Figura 1-4 se observa que en el periodo 2020–2025, la población proyectada muestra una tendencia creciente y sostenida, pasando de 50.390.790 a 53.057.212 habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2026). Este incremento representa una variación acumulada del 5,3 %, equivalente a un crecimiento promedio anual del 1,0 %. La desagregación por sexo indica que la estructura poblacional se mantiene relativamente estable, el 49 % corresponde a hombres y el 51 % a mujeres durante todo el período analizado.

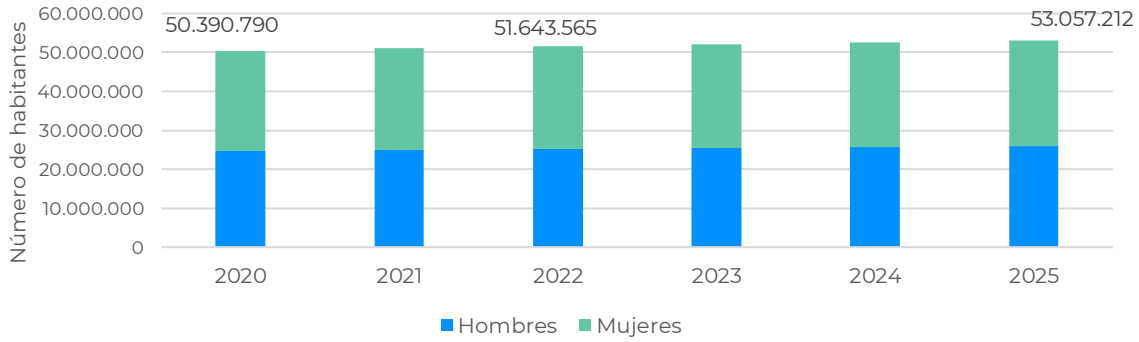


Figura 1-4. Proyecciones de población por sexo

Fuente. Elaboración propia con base en Departamento Administrativo Nacional de estadística (2026).

La Figura 1-5 muestra que la mayor proporción de habitantes se concentra en las cabeceras (76 %), mientras el 24 % reside en centros poblados y zonas rurales dispersas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2026). La distribución se mantiene estable durante el período, lo que confirma la consolidación del proceso de urbanización en el país.

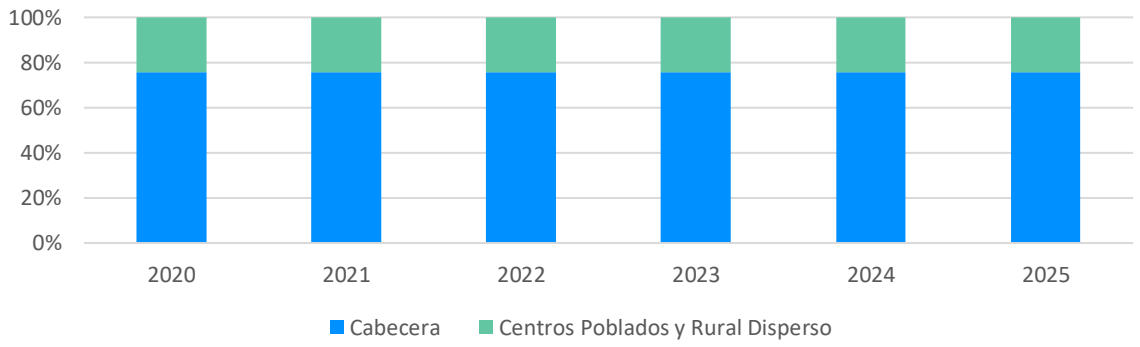


Figura 1-5. Población total por área geográfica

Fuente. Elaboración propia con base en Departamento Administrativo Nacional de estadística (2026).

Dado que el país es pluriétnico y multicultural, resulta fundamental identificar y caracterizar a la población perteneciente a los diferentes grupos étnicos presentes en el territorio nacional, con el fin de visibilizar su diversidad y generar información estadística que respalde la formulación de políticas públicas con enfoque diferencial. Con base en los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018, en la Tabla 1-8 se presenta las cifras poblacionales proyectadas por el DANE para los distintos grupos étnicos (DANE, 2026h).

Tabla 1-8. Grupos étnicos en Colombia 2020-2025

Población	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Gitana ROM	3.001	3.047	3.087	3.118	3.144	3.165
Palenqueros San Basilio	7.835	7.981	8.101	8.202	8.299	8.378
Raizal San Andrés, Providencia y Santa Catalina	31.216	31.505	31.611	31.636	31.617	31.560
Indígena	2.353.378	2.393.314	2.426.993	2.459.138	2.489.189	2.516.412
Afrodescendientes	3.618.337	3.669.860	3.708.242	3.744.492	3.777.614	3.806.637

Fuente. Adaptado de DANE (2026h).

La información proyectada evidencia una evolución demográfica diferenciada entre los principales grupos étnicos del país durante el periodo 2020–2025. Los pueblos indígenas y la población afrodescendiente continúan concentrando los mayores volúmenes poblacionales, con cifras que superan los 2,5 millones y 3,8 millones de personas respectivamente en 2025. Ambos grupos presentan una tendencia creciente y sostenida. La población indígena registra un incremento acumulado del 6,9 %, mientras que la afrodescendiente crece un 5,2 % en el mismo período. Este comportamiento refleja una dinámica demográfica estable y en expansión, coherente con las proyecciones nacionales de crecimiento moderado.

En términos comparativos, aunque los grupos ROM (gitanos) y palenqueros de San Basilio presentan aumentos absolutos menores debido a su tamaño poblacional, las variaciones relativas son significativas y proporcionales a su escala demográfica. La población ROM proyecta un crecimiento del 5,5 %, mientras que la población palenquera aumenta en 6,9 %.

Por su parte, el grupo raizal del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina mantiene una población cercana a 31.500 personas durante el período analizado, con variaciones mínimas y una ligera disminución hacia 2025. Esta tendencia sugiere estabilidad demográfica con posible estancamiento, lo que puede estar asociado a dinámicas migratorias, limitaciones territoriales o condiciones socioeconómicas particulares del territorio insular.

Las estadísticas vitales del DANE evidencian una tendencia sostenida a la disminución de los nacimientos. La Figura 1-6 presenta la evolución del número de nacimientos y su variación anual para el período 2020–2025. En esta serie, los nacimientos registran una reducción acumulada del 31,1 %, al pasar de 629.402 en 2020 a 433.678 en 2025 (DANE, 2026c). Este comportamiento refleja una tendencia descendente que se intensifica entre 2022 y 2024, alcanzando su mayor contracción en 2024 (-12 %). Aunque en 2025 se observa una moderación en la disminución (-4 %), la tendencia general se mantiene a la baja.

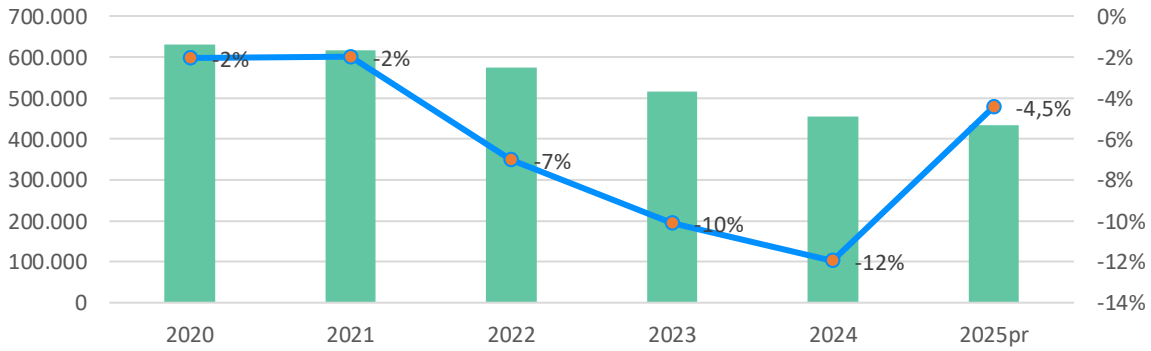


Figura 1-6. Número y variación anual de nacimientos 2020-2025

Fuente. Tomado de DANE (2026c).

En cuanto a defunciones, la Figura 1-7 presenta la evolución del número de muertes y la tasa de mortalidad para el período 2020–2025. En esta serie, las defunciones no fetales registran un incremento inicial, al pasar de 300.853 en 2020 a un máximo de 363.089 en 2021, seguido de una disminución significativa hasta 268.411 en 2023. Posteriormente, se observa un leve repunte, alcanzando 283.378 defunciones en 2025 (DANE, 2026c). Este comportamiento refleja una dinámica no lineal, con un aumento pronunciado en 2021, caídas consecutivas entre 2022 y 2023, y una recuperación moderada entre 2024 y 2025. Aunque en los últimos años se presenta un incremento, los niveles se mantienen por debajo del pico observado en 2021.

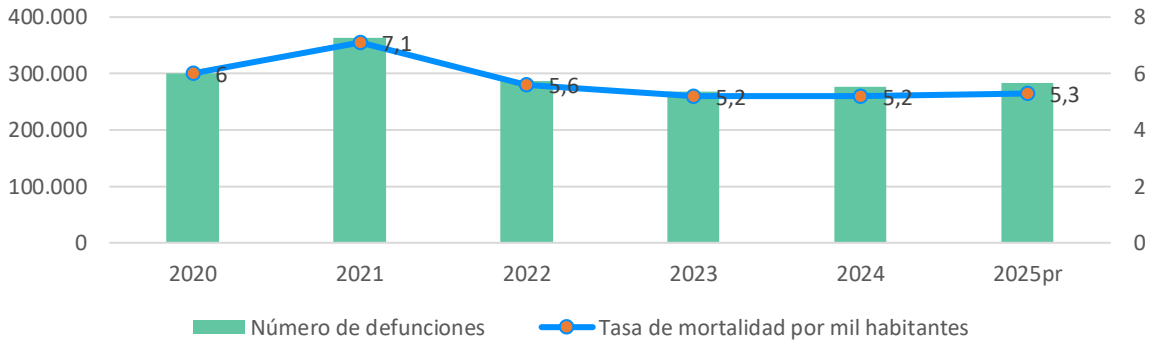


Figura 1-7. Número de defunciones y tasa de mortalidad 2020-2025

Fuente. Tomado de DANE (2026c).

Según la Encuesta nacional de Calidad de Vida - ECV, para el periodo 2020-2025 se observa una reducción sostenida en el tamaño promedio de los hogares en Colombia, pasando de 3,08 a 2,82 personas a nivel nacional (DANE, 2026b), lo que equivale a una disminución acumulada del 8,4 %. El descenso es más marcado en las cabeceras urbanas, donde el promedio cayó de 3,07 a 2,77 (−9,8 %), mientras que en los centros poblados y rural disperso la reducción fue más moderada, de 3,13 a 2,96 (−5,4 %). Estos resultados evidencian una reducción más acelerada del tamaño de los hogares en contextos urbanos frente a los rurales.

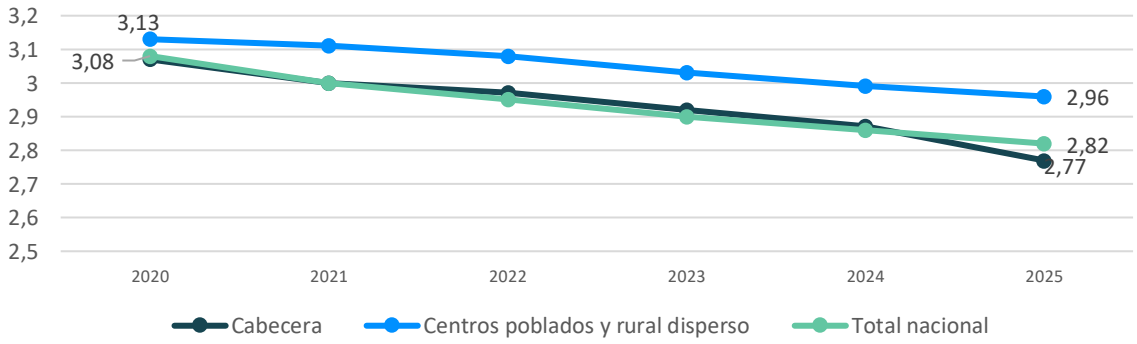


Figura 1-8. Personas por hogar (promedio) total nacional y área geográfica

Fuente. Tomado de DANE (2026b).

La Figura 1-9 muestra que entre 2020 y 2025 se observa un incremento sostenido en la proporción de hogares con jefatura femenina, pasando de 39,8 % a 46,4 %. Este aumento equivale a una variación de 6,6 puntos porcentuales en el periodo (DANE, 2026b), lo que representa un crecimiento relativo acumulado del 16,5 %. La tendencia es creciente a lo largo del periodo, con un crecimiento promedio anual del 3,2 %. Este comportamiento evidencia un cambio estructural en la composición de los hogares colombianos y refleja tanto transformaciones

sociales y culturales como dinámicas económicas que han favorecido la mayor participación y liderazgo de las mujeres en la organización familiar.

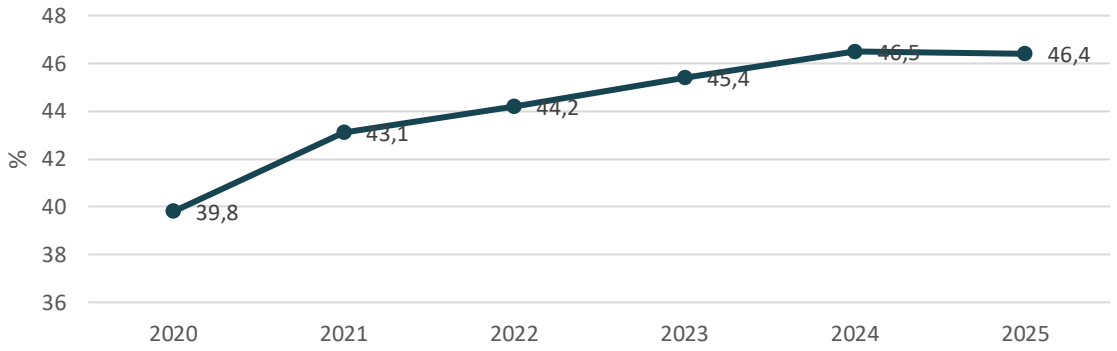


Figura 1-9. Hogares con jefatura femenina

Fuente. Tomado de DANE (2026b).

Como se observa en la Figura 1-10, la incidencia de la pobreza multidimensional en Colombia presenta una tendencia sostenida a la baja durante el período analizado. En 2020, el indicador alcanzó un 18,1 %, siendo el único año que registró un incremento desde 2018, asociado al contexto socioeconómico derivado de la pandemia del COVID-19 (DANE, 2026e). Para 2025, la incidencia se reduce a 9,9 %, lo que representa una disminución de 8,2 puntos porcentuales.

Al desagregar por área geográfica, esta tendencia también se mantiene tanto en cabeceras, donde el indicador pasa de 12,5 % a 6,3 %, como en centros poblados y rural disperso, donde disminuye de 37,1 % a 22,4 %. Esto significa que la proporción de personas en condición de pobreza multidimensional en centros poblados y rural disperso fue 3,6 veces el de las cabeceras (DANE, 2026e).

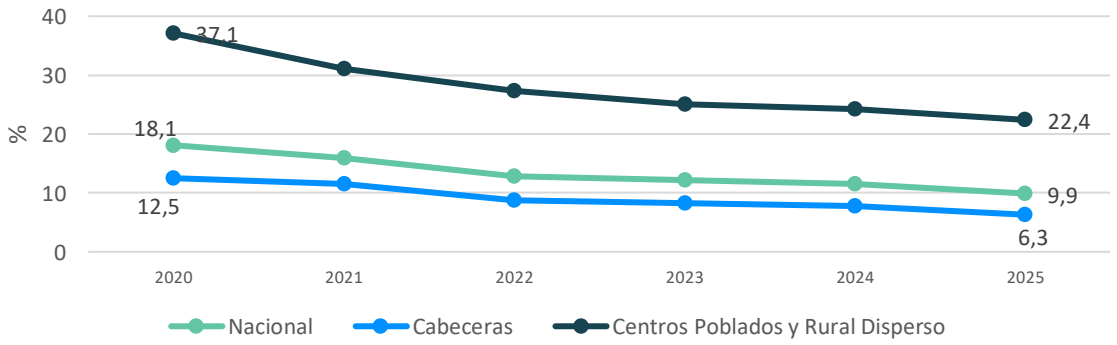


Figura 1-10. Incidencia de pobreza multidimensional 2020-2025

Fuente. Tomado de DANE (2026e)

En la Figura 1-11 se evidencia una tendencia descendente y sostenida en la incidencia de pobreza multidimensional tanto en hogares con jefatura masculina como femenina durante el período 2020–2025. En los hogares encabezados por hombres, la incidencia se reduce de 17,2 % a 9 %, lo que equivale a una disminución de 8,2 puntos porcentuales y a una reducción relativa acumulada del 47,7 %. Por su parte, en los hogares con jefatura femenina, la incidencia desciende de 19,6 % a 10,9 %, con una caída de 8,7 puntos porcentuales (DANE, 2026e), equivalente a una reducción relativa del 44,4 %. Aunque ambos grupos muestran avances significativos en la disminución de la pobreza multidimensional, los hogares encabezados por mujeres mantienen consistentemente una incidencia más alta que los liderados por hombres, lo que refleja una brecha de género persistente en las condiciones de vida.

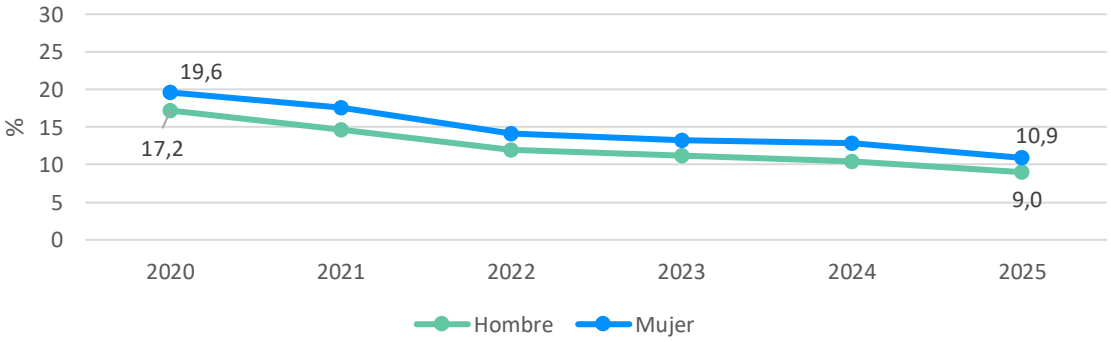


Figura 1-11. Incidencia de pobreza multidimensional según el sexo del jefe del hogar

Fuente. Tomado de DANE (2026e).

Colombia se mantiene en el grupo de países con Alto Índice de Desarrollo Humano (IDH), a pesar de haber pasado de la posición 88 en 2022 (0,752) a la posición 91 en 2023 (0,758), entre un total de 193 países. El Informe de Desarrollo Humano señala que, aunque en promedio el país ha registrado avances en educación, salud e ingresos, estos progresos no se han distribuido de manera equitativa en el territorio, lo que ha contribuido al aumento de las desigualdades en oportunidades y derechos, así como a la persistencia de ciclos de baja productividad y limitado crecimiento económico (Cancillería, 2024).

1.2.2. Infraestructura

1.2.2.1. Vial

Las vías primarias son administradas por la ANI y el Invías, las vías secundarias por los departamentos y las vías terciarias por el Invías. En la Figura 1-12 se muestra la distribución de la red vial de Colombia según el tipo de carretera.

Entre 2020 y 2024 el inventario vial nacional muestra una marcada estabilidad en las vías secundarias y terciarias, con valores constantes de 45.137 y 27.577 kilómetros respectivamente, mientras que las vías primarias presentan ligeras

variaciones, pasando de 18.480 km en 2020 a 18.160 km en 2024 (Ministerio de Transporte, 2025). Esta dinámica evidencia que la infraestructura secundaria y terciaria se ha mantenido sin cambios en el periodo, mientras que la red primaria experimenta ajustes marginales que no alteran significativamente el total.

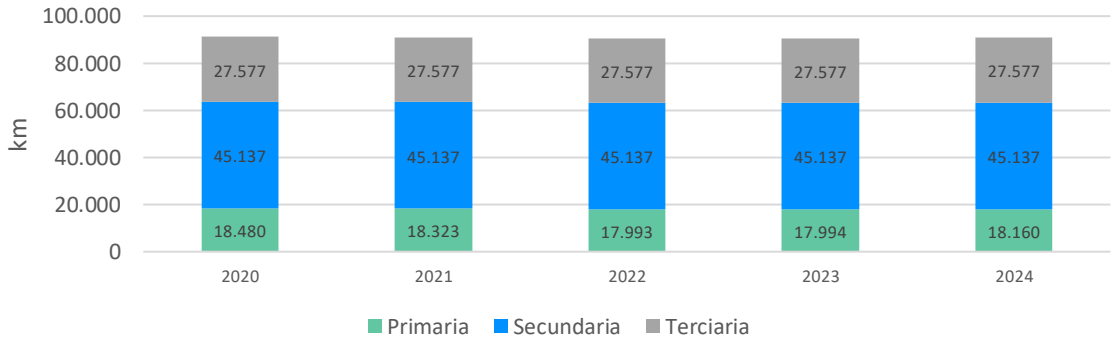


Figura 1-12. Inventario vial km

Fuente. Tomado de Ministerio de Transporte (2025).

Este comportamiento resalta el rol preponderante de las vías secundarias y terciarias, que en conjunto constituyen más del 80 % de la red vial nacional. Estas vías son fundamentales para la conectividad territorial, especialmente en zonas rurales, y su mantenimiento es clave para garantizar condiciones adecuadas de movilidad (Ministerio de Transporte, 2025).

1.2.2.2. Aéreo

Para el año 2024, se contaba con 298 terminales aéreas. 61 a cargo de la Aerocivil, 171 a cargo de entidades territoriales y 66 a cargo de privados (Ministerio de Transporte, 2025).

1.2.2.3. Férreo

En 2024, la red total alcanzo los 3.523 kilómetros, de los cuales 49,1 % están bajo responsabilidad de Invías, 45,7 % son administrados por la ANI y el 5,2 % corresponde a operadores privados. La longitud administrada por la ANI se mantiene estable en 1.610,26 km (Ministerio de Transporte, 2025).

1.2.2.4. Fluvial

Para 2022, se contaba con 24.745 km de red fluvial, de los cuales 18.225 km (74 %) son navegables y 6.500 km (26 %) no navegables. Las principales cuencas navegables del país corresponden a la cuenca del río Magdalena, cuenca del río Atrato, cuenca del río Orinoco y cuenca del río Amazonas. Las cuencas de río Orinoco y Amazonas cuentan con las mayores longitudes navegables de la red fluvial. Por su parte, el río magdalena cuenta con 2.770 Km de red navegable, los cuales actualmente se encuentran bajo el cuidado y Conservación de la

Corporación Autónoma Regional del Río Grande la Magdalena – Cormagdalena (Ministerio de Transporte, 2023).

1.2.2.5. Portuario

El país cuenta con diez zonas portuarias en las cuales está localizada la infraestructura marítima portuaria, ocho de ellas en la Costa Caribe: San Andrés, Guajira, Santa Marta, Ciénaga, Barranquilla, Cartagena, Golfo de Morrosquillo y Turbo. Las otras dos zonas (Buenaventura y Tumaco), se sitúan en el océano Pacífico. Adicionalmente, se cuenta con dos importantes zonas portuarias fluviales ubicadas en el río Magdalena: Zona portuaria de Barrancabermeja y Zona portuaria Río Magdalena (Ministerio de Transporte, 2023).

En 2024 se registraron 717 instalaciones portuarias destinadas al transporte de carga y pasajeros (Ministerio de Transporte, 2025).

1.2.2.6. Acceso a servicios públicos

Los servicios públicos domiciliarios en Colombia, definidos por la Ley 142 de 1994, son prestaciones esenciales que garantizan condiciones básicas de calidad de vida en los hogares. Entre ellos se encuentran el acueducto (agua potable), el alcantarillado, el servicio de aseo (recolección de basura), la energía eléctrica, la distribución de gas combustible y la telefonía fija. Aunque el acceso a internet no está reconocido formalmente como servicio público domiciliario en la normativa, suele incluirse en la caracterización por su importancia creciente en la vida cotidiana.

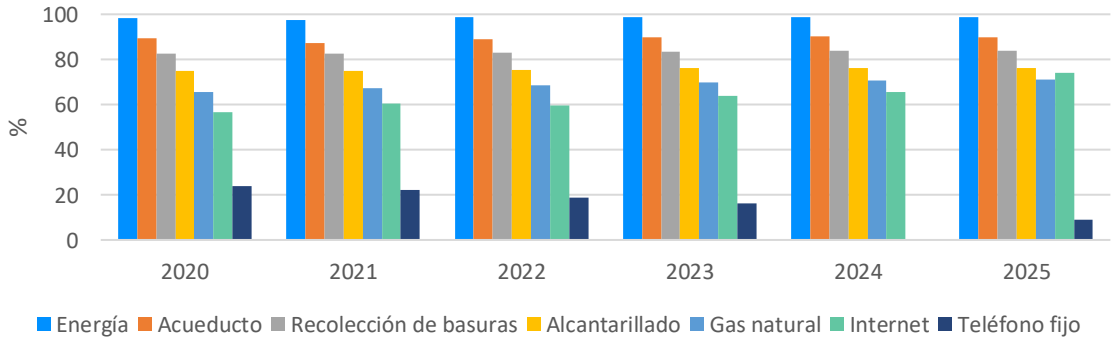


Figura 1-13. Hogares con acceso a servicios públicos, privados o comunales

Fuente. Elaboración propia con base en datos DANE (2026b). Para 2024, la ECV no indagó por el acceso a este servicio, dado que la pregunta adoptó una periodicidad bienal.

Los resultados de la ECV evidencian que, entre 2020 y 2025, se presentó una mejora gradual en el acceso de los hogares colombianos a servicios públicos, privados o comunales. Durante este periodo se registran aumentos en la cobertura de energía eléctrica (de 98,2 % a 98,9 %), acueducto (de 89,4 % a 89,7

%), recolección de basuras (de 82,6 % a 84,0 %), alcantarillado (de 75,1 % a 76,1 %), gas natural (de 65,8 % a 71,2 %) e internet (de 56,5 % a 73,9 %) (DANE, 2026b).

Esta evolución refleja avances en infraestructura básica y conectividad, con incrementos particularmente significativos en gas natural e internet, que registran los mayores aumentos durante el periodo analizado. En contraste, la telefonía fija muestra una disminución marcada, al pasar de 23,8 % en 2020 a 9,1 % en 2025 (DANE, 2026b), lo que evidencia un proceso de sustitución tecnológica.

1.2.3. Educación

La educación en Colombia es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, su dignidad, sus derechos y sus deberes. Este se organiza mediante el sistema educativo, compuesto por la educación formal y la educación para el trabajo y el desarrollo humano.

La educación formal se imparte en establecimientos educativos aprobados, en una secuencia regular de ciclos lectivos, con sujeción a pautas curriculares progresivas, y conducente a grados y títulos. Se organiza en educación preescolar, educación básica, educación media y educación superior.

La educación preescolar, incluye los grados de prejardín, jardín y transición (siendo este último obligatorio); educación básica, con una duración de nueve años, dividida en básica primaria (grados 1° a 5°) y básica secundaria (grados 6° a 9°); y educación media, que comprende los grados 10° y 11°, culminando con la obtención del título de bachiller y la presentación del examen de Estado Saber 11°. La educación superior comprende los programas de pregrado (técnicos, tecnológicos y profesionales) y posgrado (especializaciones, maestrías, doctorados y posdoctorados).

En contraste, la educación para el trabajo y el desarrollo humano está orientada al desarrollo de competencias laborales y habilidades prácticas para el desempeño en oficios, ocupaciones o áreas técnicas específicas. A diferencia de la educación superior, no conduce a títulos profesionales universitarios, sino a certificados de aptitud ocupacional.

1.2.3.1. Educación preescolar, básica y media

En la Figura 1-14 se observa que para el período 2020–2024, la matrícula total en educación preescolar, básica y media presentó una disminución acumulada de 4,78 %, al pasar de 10.022.656 estudiantes en 2020 a 9.543.140 en 2024 (Mineducación, 2026a). Este comportamiento equivale a una variación promedio anual de -1,26 %, lo que evidencia una tendencia sostenida de reducción en la matrícula durante los últimos cinco años. Las causas de la deserción escolar

pueden ser variadas y complejas, entre las cuales se encuentran el bajo rendimiento escolar, las dificultades académicas, el trabajo, falta de apoyo familiar, dificultades económicas, así como otros factores sociales y emocionales (Ministerio de Educación Nacional, 2023).

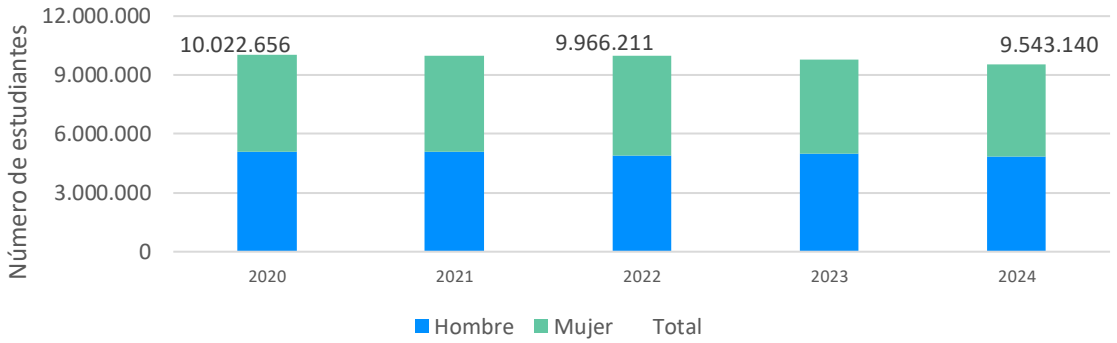


Figura 1-14. Número de estudiantes matriculados educación preescolar, básica y media según sexo

Fuente. Elaboración propia con base en Mineducación (2026a).

Al desagregar por sexo, se observa que los hombres mantienen una participación ligeramente mayor (51 %), aunque también registran una disminución en el número de matriculados, al pasar de 5.100.513 en 2020 a 4.847.527 en 2024 (Mineducación, 2026a).

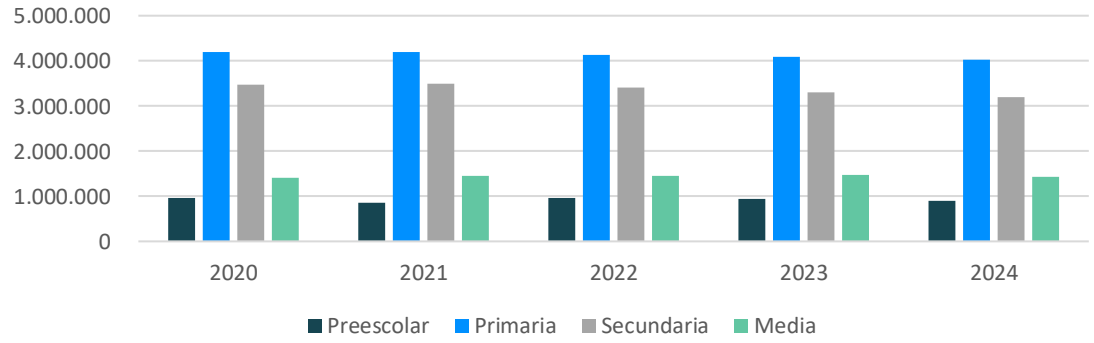


Figura 1-15. Número de estudiantes matriculados educación preescolar, básica y media por niveles

Fuente. Elaboración propia con base en Mineducación (2026a).

Las mujeres, por su parte, descienden de 4.922.143 a 4.695.613 en el mismo periodo, con una participación del 49 % (Mineducación, 2026a). La Figura 1-15 presenta la distribución de la educación preescolar, básica y media según los distintos niveles educativos.

En la Figura 1-16 se presenta la evolución del número de establecimientos y sedes educativas en el país durante el período 2020–2024. Las sedes educativas presentan una tendencia levemente decreciente pero estable, al pasar de 53.719

en 2020 a 53.215 en 2024 (Mineducación, 2026a), lo que representa una reducción marginal en términos porcentuales. En contraste, los establecimientos educativos presentan una dinámica distinta. Tras disminuir de 19.214 en 2020 a 18.022 en 2023, registran una recuperación en 2024 y alcanzan 19.211 establecimientos (Mineducación, 2026a). Esta cifra es muy cercana al nivel inicial del período, lo que sugiere una leve expansión o reorganización en la estructura institucional del sistema educativo.

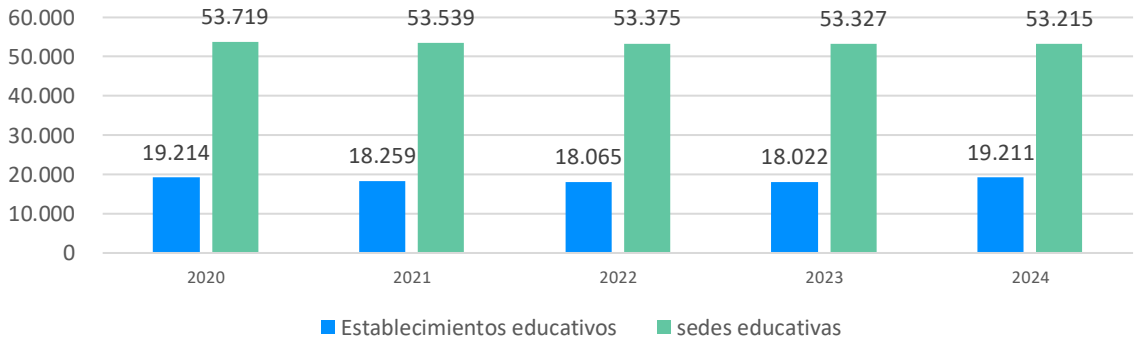


Figura 1-16. Número de establecimientos educativos y sedes educativas periodo 2020–2024

Nota. Elaboración propia con base en Mineducación (2026). Establecimiento educativo: institución de carácter estatal, privada o de economía solidaria organizada con el fin de prestar el servicio público educativo. Sede educativa: Un establecimiento educativo puede estar conformado por una o varias sedes, facilitando la cobertura y organización del servicio educativo, especialmente en el sector oficial.

Por otra parte, la Figura 1-17 presenta la evolución del número de docentes desagregado por sexo para el período 2020–2024 donde se observa un incremento acumulado de 2,2 %, al pasar de 308.458 en 2020 a 315.182 en 2024 (Mineducación, 2026a). Este comportamiento equivale a una variación promedio anual de 0,55 %, lo que evidencia una tendencia de crecimiento moderado, con leves fluctuaciones interanuales, particularmente una disminución en 2023 y una recuperación en 2024.

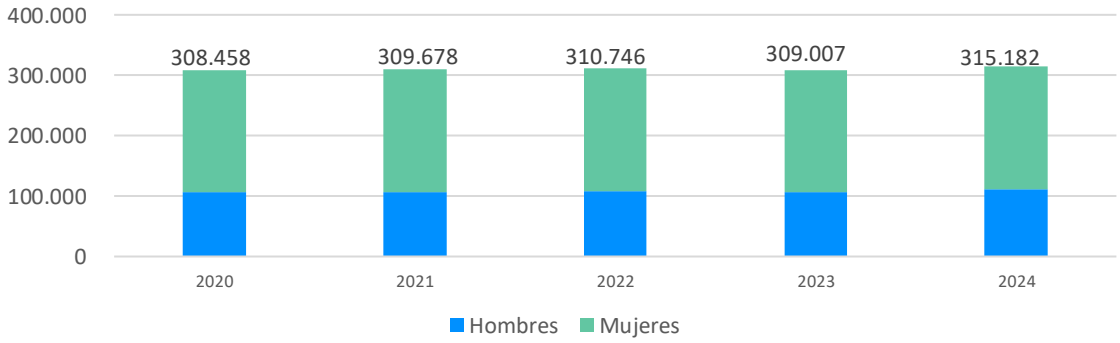


Figura 1-17. Número de docentes desagregado por sexo período 2020-2024

Fuente. Elaboración propia con base en Mineducación (2026a).

Al desagregar por sexo, se observa que las mujeres mantienen una participación mayoritaria (65 %) y presentan un leve incremento en el número de docentes, al pasar de 201.516 en 2020 a 204.064 en 2024 (Mineducación, 2026a). Los hombres, por su parte, representan el 35 % y registran un crecimiento más dinámico, al aumentar de 106.942 a 111.118 docentes en el mismo período (Mineducación, 2026a).

1.2.3.2. Educación superior

La Figura 1-18 muestra que entre 2020 y 2024, la matrícula en educación superior pasó de 2.355.603 a 2.553.560 estudiantes, lo que representa un incremento acumulado de 197.957 matriculados (Mineducación, 2026b), equivalente a un crecimiento del 8,4 % en el período analizado. Este comportamiento equivale a una tasa promedio anual de crecimiento cercana al 2 %, lo que evidencia una expansión gradual y sostenida del sistema de educación superior.

Al desagregar por género, se observa que las mujeres mantienen una participación mayoritaria a lo largo de todo el período, al aumentar de 1.247.839 a 1.353.256 estudiantes (Mineducación, 2026b), lo que representa una variación acumulada de 8,4 % y una tasa promedio anual de crecimiento similar a la del total de la matrícula. En el caso de los hombres, la matrícula pasa de 1.107.764 a 1.200.254 estudiantes (Mineducación, 2026b), lo que corresponde a un aumento acumulado del 8,3 % y a una tasa anual promedio cercana al 2,0 %.

Asimismo, a partir de 2023 se incorporaron las categorías no binario y trans en los registros de matrícula. Aunque las cifras reportadas son aún reducidas, su inclusión refleja avances en los procesos de desagregación estadística y en el reconocimiento institucional de la diversidad de identidades de género en el sistema de educación superior.

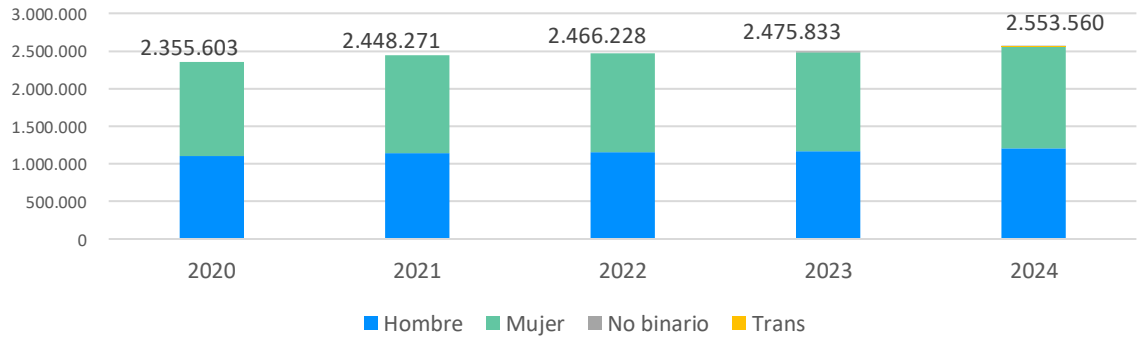


Figura 1-18. Número de estudiantes matriculados educación superior según género

Fuente. Elaboración propia con base en Mineducación (2026b).

La Figura 1-19 presenta la distribución de la educación superior según su nivel de formación en el cual la educación superior está fuertemente orientada a la

formación universitaria de pregrado, con una menor profundización hacia los niveles de posgrado (Mineducación, 2026b), lo que puede asociarse a barreras económicas, falta de apoyo familiar, trabajo, así como otros factores sociales y emocionales (Ministerio de Educación Nacional, 2023).

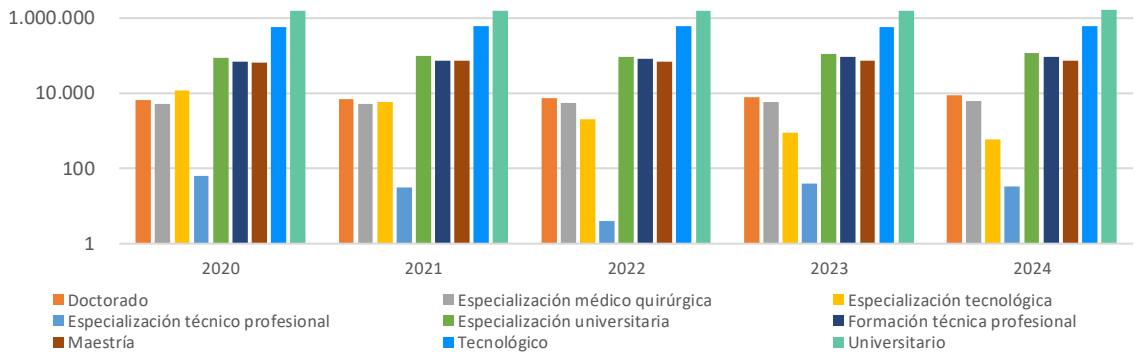


Figura 1-19. Número de estudiantes matriculados educación superior por nivel de formación

Fuente. Elaboración propia con base en Mineducacion (2026b).

1.2.3.3. Sistema educativo indígena propio

El Sistema Educativo Indígena Propio (en adelante, SEIP), es un sistema educativo paralelo al sistema nacional de educación, orientado a garantizar la pervivencia cultural de los pueblos indígenas. Se basa en sus cosmovisiones, principios y saberes ancestrales, integrando procesos educativos que abarcan toda la vida. Además, asegura el derecho a una educación indígena propia, gratuita y pertinente, promoviendo el acceso, la equidad, la interculturalidad y el fortalecimiento de la autonomía, la gobernabilidad y los planes de vida de los pueblos indígenas (Ministerio de Educación Nacional, 2025).

1.2.3.3.1. Componentes del SEIP

Componente político-organizativo: Se fundamenta en los principios históricos, territoriales, culturales y en la ley de origen o derecho mayor de los pueblos indígenas. A partir de su cosmovisión y pensamiento propio, las autoridades indígenas orientan, dirigen y evalúan el proceso educativo, priorizando la vida en armonía con la dimensión espiritual y con la Madre Tierra, más que la formación orientada al mercado o al capital.

Componente pedagógico: Articula las pedagogías indígenas propias, los principios pedagógicos y los instrumentos educativos como el Plan Educativo Indígena, Cultural, Comunitario y Territorial y el Proyecto Educativo Comunitario. Promueve una pedagogía comunitaria basada en el aprendizaje colectivo, guiado por mayores, sabedores y la comunidad, y busca fortalecer la autonomía pedagógica en función de los planes de vida de los pueblos indígenas.

Componente de administración y gestión: Incluye los principios de administración propia del sistema, el papel de las autoridades indígenas, la estructura organizativa del SEIP, los espacios de participación y diálogo de saberes, así como la gestión y articulación de los actores encargados de dinamizar el sistema educativo.

La diferencia entre el sistema educativo nacional y el SEIP está en su enfoque y en los principios que orientan la educación. En el sistema educativo occidental el centro es el ser humano y en el SEIP el centro es el territorio. Que para los pueblos indígenas representa la Madre Tierra (Ministerio de Educación Nacional, 2025).

1.2.4. Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) es la entidad rectora del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) en Colombia. Fue creado mediante la Ley 1951 de 2019, en reemplazo del antiguo Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), con el propósito de fortalecer la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación como motores del desarrollo sostenible, la competitividad y la toma de decisiones basadas en evidencia.

Minciencias es responsable de formular, orientar, coordinar, ejecutar e implementar la política pública en ciencia, tecnología e innovación (CTeI), promoviendo la generación y uso del conocimiento científico, la apropiación social del conocimiento y la articulación entre el Estado, la academia, el sector productivo y la sociedad.

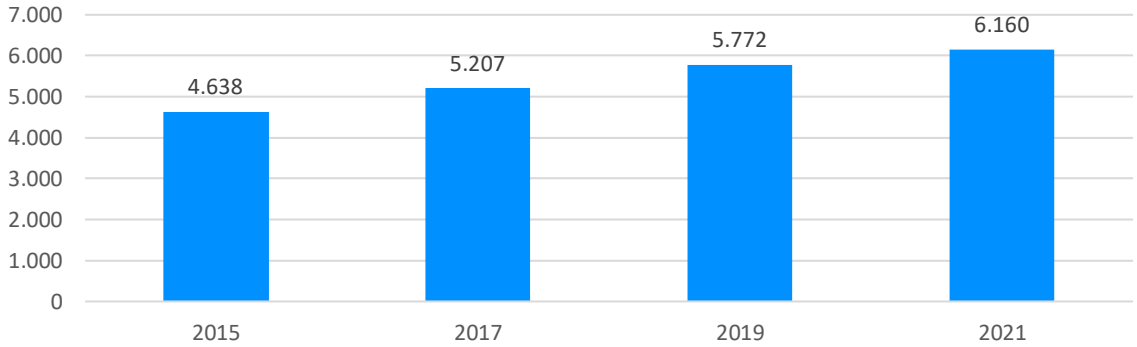


Figura 1-20. Número de grupos de investigación reconocidos por Minciencias

Fuente. Tomado de Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (2026).

La Figura 1-20 muestra una tendencia sostenida de crecimiento en el número de grupos de investigación reconocidos por Minciencias, pasando de 4.638 a 6.160 para el periodo 2015-2021 (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2026). Este incremento representa una variación acumulada de 32,8 % en el período, equivalente a una tasa promedio anual de crecimiento de 4,8 %. La tendencia

refleja un fortalecimiento progresivo de la capacidad investigativa en el país, lo que evidencia políticas y dinámicas institucionales que han favorecido la consolidación y expansión de la investigación científica.

Tanto hombres como mujeres presentan una tendencia creciente en el número de investigadores reconocidos. Los hombres continúan representando la mayor proporción del total; sin embargo, el número de mujeres investigadoras muestra un aumento relevante, pasando de 3.565 en 2015 a 8.298 en 2021 (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2026), lo que refleja avances progresivos en la participación femenina dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Adicionalmente, la inclusión de la categoría intersexual en 2021, aunque con una participación aún reducida, evidencia un avance en el reconocimiento de la diversidad dentro de los procesos de medición y clasificación de investigadores realizados por Minciencias.

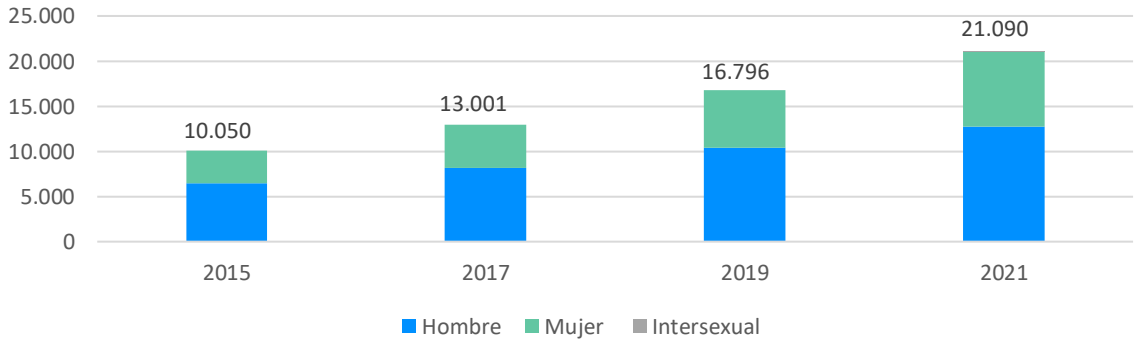


Figura 1-21. Número de investigadores reconocidos por Minciencias

Fuente. Tomado de Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (2026).

1.2.5. Salud

El sistema de salud está organizado bajo el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), creado por la Ley 100 de 1993, con el objetivo de garantizar el acceso universal, la equidad, la eficiencia y la calidad en la prestación de los servicios de salud a la población. El SGSSS se estructura en dos regímenes de afiliación. El régimen contributivo cubre a las personas con capacidad de pago, como trabajadores formales, independientes y pensionados, quienes realizan aportes obligatorios al sistema. El régimen subsidiado está dirigido a la población en condición de pobreza y vulnerabilidad, identificada principalmente a través del Sisbén, y es financiado con recursos del Estado.

Los resultados de la ECV en 2025 muestran que, entre 2020 y 2025, el porcentaje de personas afiliadas al SGSSS registró un aumento acumulado de 4 puntos porcentuales a nivel nacional, al pasar de 93,2 % en 2020 a 97,2 % en 2025 (DANE, 2026b), como se observa en la Figura 1-22.

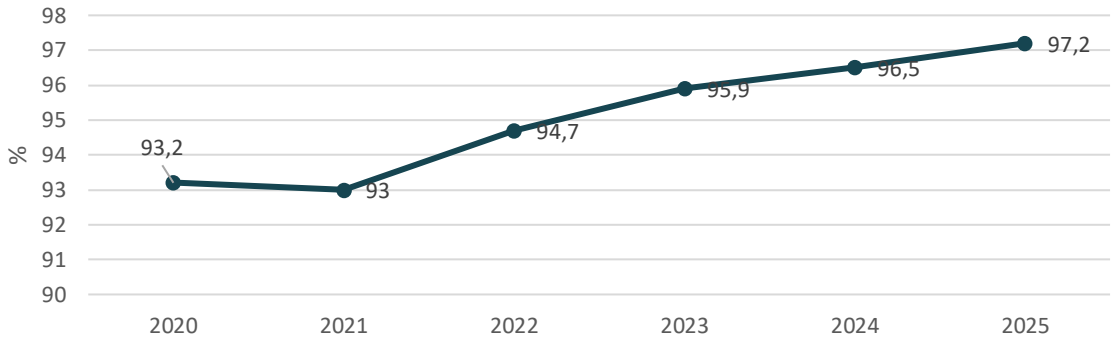


Figura 1-22. Porcentaje de personas afiliadas al Sistema General de Seguridad Social en Salud

Fuente. Elaboración propia con base en DANE (2026b).

La tasa promedio anual de crecimiento confirma esta tendencia favorable, con un incremento del 0,8 % anual durante el periodo analizado. A diferencia de lo ocurrido en los años previos, en esta ocasión el aumento se atribuye al mayor aseguramiento de personas en el régimen contributivo (DANE, 2025), tal como lo detalla la Tabla 1-9, lo que evidencia una mejora continua en la cobertura del sistema de salud.

Tabla 1-9. Porcentaje de personas afiliadas al Sistema General de Seguridad Social en Salud de acuerdo con el régimen

Población	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Afiliados	93,2	93,0	94,7	95,9	96,5	97,2
Contributivo	45,4	46,5	44,9	44,2	44,8	44,9
Subsidiado	54,3	53,2	54,8	55,6	55,0	55,0

Fuente. Tomado de DANE (2026b).

1.3. Perfil climático

Colombia presenta una alta diversidad climática, resultado de la interacción de diversos factores físicos y geográficos. En primer lugar, su ubicación en la zona ecuatorial determina una elevada disponibilidad de energía solar durante todo el año y favorece la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), generada por el encuentro de los vientos alisios del hemisferio norte y del hemisferio sur. Este fenómeno desempeña un papel fundamental en la distribución espacial y temporal de la nubosidad y la precipitación. En segundo lugar, la presencia de la cordillera de los Andes, orientada de sur a norte y dividida en tres ramales, genera importantes gradientes altitudinales que modulan la temperatura, la circulación atmosférica y otras variables meteorológicas. Finalmente, la proximidad al mar Caribe y al océano Pacífico influye en la regulación de la temperatura y la humedad, contribuyendo a la diversidad climática del país (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

La precipitación en Colombia presenta una marcada variabilidad espacial. La región Pacífica se encuentra entre las zonas más lluviosas del mundo, con precipitaciones medias anuales que pueden superar los 8.000 mm. En contraste, la península de La Guajira registra valores que oscilan entre 300 y 600 mm anuales. Estos patrones están influenciados por fenómenos de variabilidad climática como El Niño y La Niña, que incrementan la probabilidad de sequías y precipitaciones intensas, respectivamente (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

La temperatura también varía significativamente debido a la diversidad altitudinal del territorio. Las temperaturas medias oscilan desde 0 °C en las zonas de alta montaña, como la Sierra Nevada de Santa Marta, hasta 32 °C en las áreas bajas y costeras. Esta variación da lugar a la clasificación tradicional en pisos térmicos: cálido (más de 24 °C), templado (entre 18 y 24 °C), frío (entre 12 y 18 °C), muy frío (entre 6 y 12 °C), subpáramo (entre 3 y 6 °C), páramo (entre 1,5 y 3 °C) y nival (menos de 1,5 °C) (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En cuanto a la evapotranspiración potencial (ETP), el país presenta diferencias importantes entre regiones. Los valores más elevados, entre 1.600 y 1.800 mm anuales, se registran en el norte y centro de la región Caribe, particularmente en La Guajira y el norte del Cesar. En el valle alto y medio del río Magdalena, principalmente en Tolima y el norte del Huila, así como en sectores de la Orinoquía, los valores oscilan entre 1.400 y 1.600 mm al año. Por su parte, la Amazonía, la Orinoquía y la región Pacífica presentan valores entre 1.200 y 1.400 mm anuales, mientras que en las laderas de las tres cordilleras estos fluctúan entre 1.000 y 1.200 mm al año. Los valores más bajos, entre 800 y 1.000 mm anuales, se encuentran en las zonas de alta montaña ubicadas por encima de los 2.000 metros sobre el nivel del mar (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

La radiación solar es elevada a lo largo de todo el año debido a la ubicación tropical del país. Sin embargo, el brillo solar efectivo varía en función de la cobertura nubosa, siendo más constante en la región Caribe y más variable en la región Pacífica, donde predominan condiciones de alta nubosidad durante gran parte del año (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Los patrones de viento también presentan diferencias regionales. La región Caribe es la más ventosa del país debido a la influencia de los vientos alisios del noreste, cuya intensidad aumenta especialmente entre diciembre y marzo. En la región Andina, la compleja topografía condiciona la velocidad y dirección del viento, generando variaciones significativas entre valles, montañas y altiplanos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Como resultado de estas condiciones geográficas y atmosféricas, Colombia presenta una amplia variedad de climas, entre los que se destacan el tropical húmedo, tropical seco, templado, frío de montaña y paramuno. Esta diversidad climática constituye una de las principales riquezas naturales del país, pero también incrementa su vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático, lo que hace fundamental fortalecer el conocimiento y monitoreo de las condiciones climáticas nacionales (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

1.4. Perfil económico

1.4.1. Producto Interno Bruto (PIB)

La Figura 1-23 presenta la tasa anual de crecimiento del PIB entre 2020 y 2025, evidenciando un comportamiento marcadamente volátil. Tras la contracción de −7,2 % en 2020, asociada a los efectos económicos de la pandemia de COVID-19 y las restricciones a la actividad productiva. En 2021 se observa un rebote económico pronunciado, con un crecimiento de 10,8 %, que constituye el valor más alto de la serie y refleja el proceso de reactivación económica (DANE, 2026a). En 2022, el crecimiento continúa siendo positivo, pero se modera a 7,3 %, evidenciando una normalización del ritmo de expansión tras el fuerte rebote del año anterior. A partir de 2023 se observa una desaceleración marcada, con una variación de 0,8 %, seguida de un crecimiento moderado de 1,5 % en 2024. Finalmente, en 2025 el PIB crece 2,6 % (DANE, 2026g), lo que indica una recuperación gradual frente al año previo, aunque aún distante de las tasas registradas en la fase de rebote postpandemia.

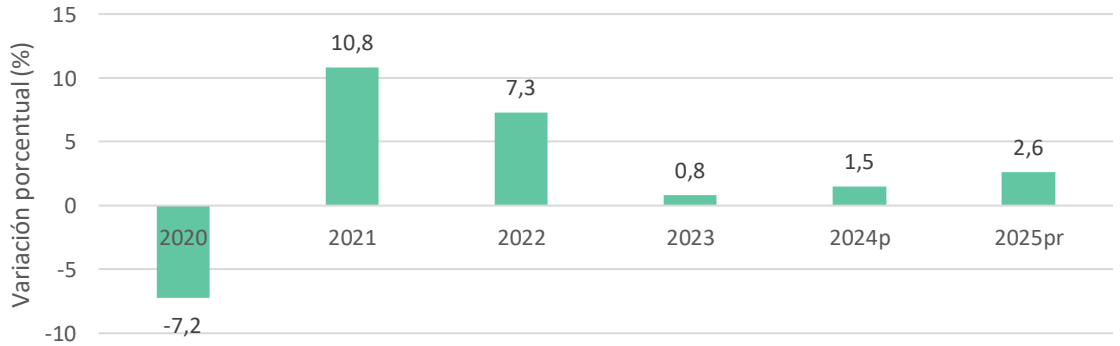


Figura 1-23. Tasa anual de crecimiento del PIB

Fuente. Elaboración propia con base en DANE (2026a, 2026g).

En 2025, las actividades económicas que más contribuyeron a la dinámica del valor agregado fueron: comercio, transporte y alojamiento, con un crecimiento de 4,6 %, lo que contribuyó con 0,9 puntos porcentuales a la variación anual, seguido de administración pública, educación y salud, que crecieron 4,5 % y

aportaron 0,8 puntos porcentuales. Asimismo, se destacó el dinamismo de las actividades artísticas y de servicios, con un crecimiento anual de 9,9 % (DANE, 2026g).

En contraste, la explotación de minas y canteras se redujo 6,2 % en el año, restando 0,3 puntos porcentuales al crecimiento total. Por su parte, la construcción se contrajo 2,8 %, reflejando el rezago del sector edificador (DANE, 2026g).

1.4.2. Comportamiento de la economía

1.4.2.1. Actividad económica interna

En 2025, la demanda interna fue de 3,9 %. En cuanto a su composición, se observó una mayor contribución del consumo, que registró un crecimiento del 4,2 %. En particular, el consumo de los hogares aumentó un 3,6 %, impulsado principalmente por la adquisición de bienes durables, los cuales suelen incorporar un alto componente importado. Este comportamiento estuvo respaldado por el incremento sostenido del ingreso disponible de los hogares, asociado al aumento del salario mínimo, la mayor ocupación laboral, el crecimiento de las remesas de trabajadores y los mayores ingresos provenientes de la actividad cafetera (Banco de la República, 2026).

Por su parte, la inversión fija creció un 1,3 % en 2025. Su principal impulso provino de la inversión en maquinaria y equipo, que favoreció el aumento de las importaciones de bienes de capital durante el año. En contraste, la inversión en vivienda se contrajo un 6,5 % respecto a los ya reducidos niveles observados el año anterior, como resultado de una menor culminación de edificaciones tanto en el segmento de Vivienda de Interés Social (VIS) como en el de vivienda no VIS (Banco de la República, 2026).

1.4.2.2. Dinámica de empleabilidad

Colombia a través del DANE mide la dinámica de empleabilidad con la tasa de ocupación (TO) y el desempleo con la tasa de desocupación (TD). La Figura 1-24 muestra la evolución de la tasa de ocupación y la tasa de desocupación entre 2020 y 2025.

La tasa de ocupación presenta una tendencia creciente, al pasar de 50,4 % en 2020 a 58,6 % en 2025 (DANE, 2026f), con un aumento acumulado de 8,2 puntos porcentuales y a una tasa promedio anual de crecimiento cercana al 3 %. De manera paralela, la tasa de desocupación se redujo de 16,5 % a 8,9 % (DANE, 2026f), lo que representa una disminución acumulada de 7,6 puntos porcentuales y una tasa promedio anual de decrecimiento de −11,6 %. En conjunto, ambas tendencias reflejan un proceso de recuperación del empleo posterior al impacto

de la pandemia en 2020, con mayor absorción de fuerza laboral y reducción progresiva del desempleo hacia 2025.

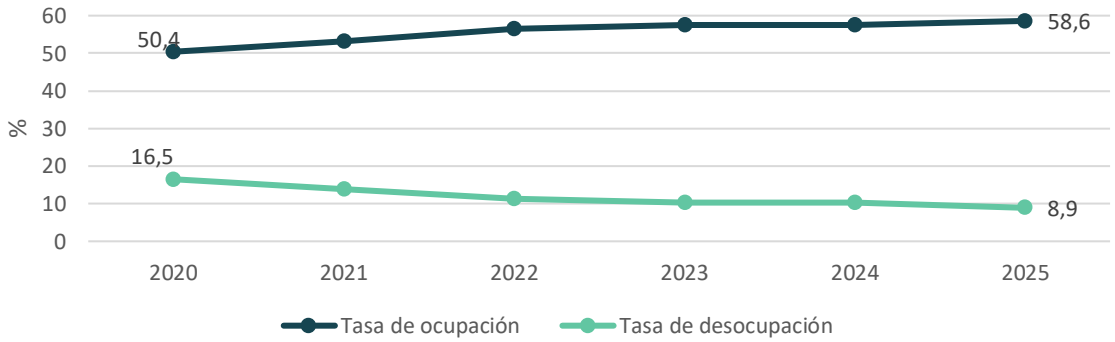


Figura 1-24. Tasa de ocupación (TO) y Tasa de desocupación (TD)

Fuente. Adaptado de DANE (2026f).

Aunque el panorama laboral es positivo, las cifras muestran una brecha de género en el mercado laboral. Como se observa en la Figura 1-25, la tasa de desocupación de los hombres pasa de 13,5 % en 2020 a 7 % en 2025 (DANE, 2026f), lo que representa una reducción acumulada de 6,5 puntos porcentuales y una tasa promedio anual de decrecimiento al −11,1 %. Para las mujeres, la tasa disminuye de 21,2 % a 11,4 % (DANE, 2026f), equivalente a una reducción acumulada de 9,8 puntos porcentuales y una tasa promedio anual de decrecimiento de −12 %. Esta brecha refleja que, pese a la mejora general, las mujeres continúan enfrentando mayores dificultades para acceder a un empleo.

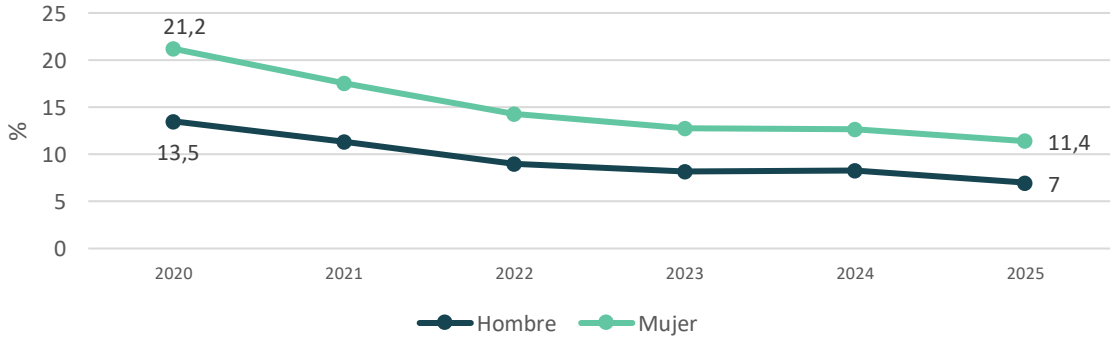


Figura 1-25. Tasa de desocupación según sexo

Fuente. Elaboración propia con base en DANE (2026f).

1.4.2.3. Inflación

La Figura 1-26 muestra el comportamiento de la inflación en Colombia durante el período 2020–2025. En 2020, la pandemia de COVID-19 llevó a que la inflación cayera a 1,61 %, ubicándose por debajo de la meta del Banco de la República (3 %). En 2021 aumentó a 5,62 %, superando el objetivo del banco, y en 2022 alcanzó su

punto más alto con 13,12 %. Ese año, el incremento del costo de vida se concentró principalmente en las divisiones de alimentos y bebidas no alcohólicas (27,81 %), restaurantes y hoteles (18,54 %) y, por último, muebles, artículos para el hogar y para la conservación ordinaria del hogar (18,25 %) se ubicaron por encima del promedio nacional (13,12 %) (DANE, 2023).

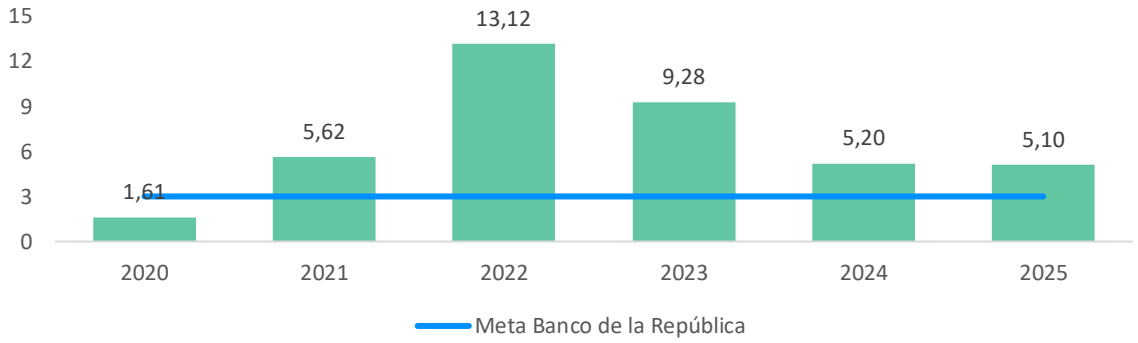


Figura 1-26. Inflación período 2020-2025

Fuente. Elaboración propia con base en DANE (2023, 2026d).

Posteriormente se observa una tendencia descendente, con 9,28 % en 2023 y 5,20 % en 2024. En 2025, la inflación cerró en 5,10 %, mostrando una leve reducción de 0,10 puntos porcentuales frente al 2024. Si bien este resultado confirma la trayectoria de desaceleración, el nivel observado permanece por encima de la meta del Banco de la República. En este período, la presión inflacionaria provino principalmente del sector servicios, en particular de restaurantes y hoteles (7,91 %), educación (7,36 %), salud (7,20 %), bebidas alcohólicas y tabaco (6,37 %) y transporte (5,35 %), cuyos incrementos superaron el promedio nacional (DANE, 2026d).

1.4.2.4. Política monetaria

La Junta Directiva del Banco de la República (JDBR) redujo la tasa de política desde el 13,25 % a finales de 2023 hasta el 9,5 % al cierre de 2024 y realizó un único recorte de 25 puntos básicos en abril de 2025, situándola en 9,25 % al cierre del primer semestre. La postura cautelosa responde a que la inflación desciende más lento de lo esperado, se mantiene lejos de la meta y por encima de la observada en sus pares de América Latina y muchas otras economías emergentes (Banco de la República, 2025).

1.4.2.5. Balanza de pagos

La cuenta corriente de la balanza de pagos registró en 2025 un déficit de USD 10.883 millones, lo que representa un incremento de USD 3.871 millones frente al observado en 2024. Como proporción del PIB, este déficit representó el 2,4 %, es decir, 0,7 puntos porcentuales más que el registrado el año anterior. Desde la perspectiva de sus componentes, el déficit de la cuenta corriente estuvo

explicado principalmente por los saldos negativos de la balanza de bienes y servicios (USD 14.871 millones) y de la renta de los factores (USD 12.446 millones). No obstante, este resultado fue parcialmente compensado por el saldo positivo de las transferencias corrientes, que alcanzó los USD 16.435 millones (Banco de la República, 2026).

El crecimiento de las exportaciones de bienes estuvo impulsado principalmente por el aumento de las ventas externas de café, oro y productos industriales, especialmente productos químicos y alimentos. Este comportamiento compensó parcialmente la reducción de las exportaciones de petróleo crudo, sus derivados y carbón (Banco de la República, 2026).

Por su parte, el incremento de las importaciones obedeció principalmente a mayores compras externas de bienes de consumo, así como de insumos y bienes de capital destinados a la industria. No obstante, este aumento fue parcialmente contrarrestado por la disminución de las importaciones de combustibles y lubricantes (Banco de la República, 2026).

1.4.2.6. Reservas internacionales

Las reservas internacionales netas alcanzaron USD 66.352 millones al cierre de 2025, lo que representó un incremento de USD 3.871 millones frente al nivel registrado al finalizar 2024. Este crecimiento obedeció principalmente a los rendimientos positivos obtenidos durante el año (Banco de la República, 2026).

En 2025, el rendimiento de las reservas internacionales, excluyendo el componente cambiario, fue del 4,76 %, equivalente a USD 3.067 millones. Este resultado estuvo asociado principalmente a los mayores niveles de las tasas de interés, que favorecieron los ingresos por intereses de las inversiones y, en consecuencia, contribuyeron positivamente al desempeño de las reservas internacionales (Banco de la República, 2026).

1.4.2.7. Utilidades del Banco de la República

La utilidad del Banco de la República en 2025 alcanzó un máximo histórico de COP 13.893 miles de millones (mm), como resultado de ingresos por COP 17.283 mm y egresos por COP 3.390 mm. Esta utilidad fue superior en COP 3.852 mm frente a la observada en 2024, debido al incremento de los ingresos y a la disminución de los egresos (Banco de la República, 2026).

1.5. Marcos legales, políticos y regulaciones

1.5.1. Compromisos internacionales

Los instrumentos normativos constituyen el cuerpo jurisprudencial que reconoce los acuerdos internacionales en el marco de la CMNUCC y que incluyen la Ley 164

de 1994 (ratificación de la CMNUCC), la Ley 629 de 2000 (aprobación del Protocolo de Kioto) y la Ley 1844 de 2017 (aprobación del Acuerdo de París). A partir de estos desarrollos en el ámbito internacional, Colombia ha promulgado diversas leyes, decretos y resoluciones que abordan las necesidades del país y apoyan el cumplimiento de sus compromisos internacionales de cambio climático ante la CMNUCC.

1.5.1.1. Compromisos internacionales de Colombia en acción climática con enfoque de género

Colombia ha asumido el compromiso de incorporar de manera sistemática el enfoque de género como principio operativo de la acción climática, en coherencia con el Programa de Trabajo de Lima sobre Género y su versión fortalecida, cuyo mandato fue prorrogado por diez años mediante la decisión adoptada en la COP29. Este marco fue posteriormente complementado con la adopción del Plan de Acción de Género de Belém 2026-2034 en la COP30 (Naciones Unidas, 2025). Estos compromisos internacionales implican la integración del enfoque de género en las políticas, metas e instrumentos climáticos, la garantía de la participación plena y efectiva de las mujeres en la gobernanza climática, el fortalecimiento de capacidades y la generación de conocimiento sobre impactos diferenciados, la incorporación de datos, indicadores y sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV) con enfoque de género, así como la promoción de un financiamiento climático sensible al género.

Ahora bien, parte de estos compromisos se reflejan en el marco normativo y programático nacional a través de instrumentos como el Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia (PAGCC-CO)(Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia., 2023a), la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)(Gobierno de Colombia, 2020), la Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático (ENAEC) (IDEAM & Ministerio de Ambiente, 2010), el SISCLIMA, la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) (Política Nacional de Cambio Climático, 2017) y el CONPES 4080 de 2022 (CONPES 4080 Política Pública de Equidad de Género Para Las Mujeres, 2022). En este contexto, el principal desafío para el país radica en la operacionalización, medición y reporte consistente de estos compromisos dentro de su sistema de transparencia climática.

1.5.1.2. Participación de Colombia en el Plan de Acción de Género del Marco de Sendai

La participación de Colombia en el Plan de Acción de Género para la Implementación del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015–2030 (Sendai GAP) (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2024) refleja su compromiso con la integración del enfoque de género en la gestión integral del riesgo, reconociendo los impactos diferenciados de los desastres y la variabilidad climática sobre mujeres y

hombres. A través de su aporte técnico en el proceso multiactor de formulación del Plan, Colombia ha contribuido a promover la producción y uso de datos desagregados, la incorporación sistemática del análisis de género en la toma de decisiones, el fortalecimiento de la participación de las mujeres en la gobernanza del riesgo, la integración del enfoque de género en los marcos normativos e inversiones para la resiliencia, y la adopción de enfoques interseccionales en los procesos de preparación, respuesta, recuperación y reconstrucción. En conjunto, esta participación evidencia la articulación entre las agendas de cambio climático, reducción del riesgo de desastres y equidad de género en el marco de los compromisos internacionales del país.

1.5.2. Políticas nacionales, subnacionales y sectoriales de cambio climático

A continuación, se presenta un resumen de los avances logrados en temas de políticas en torno a la gestión del cambio climático.

Tabla 1-10. Resumen de políticas sobre cambio climático 2016-2023

Instrumento Normativo	Descripción
Política Nacional de Cambio Climático	Establece un marco integral para abordar el cambio climático en Colombia, enfatizando la necesidad de una gestión coordinada entre diferentes niveles de gobierno y sectores. En sus líneas instrumentales y estratégicas, se destaca la promoción de la investigación, la educación y la sensibilización, así como el fomento de la participación comunitaria.
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	Define líneas de acción prioritarias para la adaptación encaminadas a la reducción del riesgo y los impactos asociados al cambio climático, así como al aprovechamiento de oportunidades.
Decreto 298 de 2016	Establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático – Sisclima.
Estrategia Nacional de Financiamiento Climático	Facilita identificar caminos que permitan movilizar recursos de manera sostenible y escalable para alcanzar los objetivos de la política de cambio climático y las metas de las estrategias climáticas de largo plazo del país, las cuales son: la Contribución Nacional Determinada, el PNACC y la E2050.
Ley 1931 de 2018	Define las directrices para la gestión integral del cambio climático, y establece los instrumentos de planificación y gestión del cambio climático, tanto de competencia sectorial como territorial. Además, dicta que los objetivos mundiales, los compromisos nacionales y la PNCC deben ser concordantes.
Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia – E2050	Es un instrumento de política ligado a la NDC de Colombia que orienta la acción climática del país en el largo plazo a nivel sectorial y territorial, definiendo las transformaciones necesarias para consolidarse como un país resiliente al clima.
Ley 2169 de 2021	Establece metas y medidas mínimas para alcanzar el carbono neutralidad y la resiliencia climática en Colombia, alineando el desarrollo bajo en carbono con los compromisos internacionales del país. En términos de gobernanza, la ley refuerza la integración de las acciones climáticas en todos los niveles de gobierno, tanto a nivel

Instrumento Normativo	Descripción
	sectorial como territorial, y promueve la articulación con el sector privado, impulsando una transición justa y fortaleciendo la colaboración intersectorial e interinstitucional para la gestión del cambio climático.
Decreto 172 de 2022	Crea la Comisión Intersectorial del Gabinete Presidencial para la Acción Climática.
Resolución 849 de 2022	Establece la Guía para la formulación e implementación de los PIGCCT.
Ley 2294 de 2023	Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.
Resolución 1383 de 2023	Reglamenta el funcionamiento y administración del Sistema Nacional. de Información sobre Cambio Climático (en adelante, SNICC) y define reglas y procesos para la articulación con los sistemas que tengan similares propósitos y gestionen información relacionada con el seguimiento a la gestión de cambio climático.

Fuente. Elaboración propia

1.5.2.1. Articulación entre los marcos normativos y políticos de igualdad de género y cambio climático

Colombia ha desarrollado de manera progresiva un marco normativo, estratégico y programático que integra la igualdad de género como eje transversal de la acción climática nacional, en coherencia con sus compromisos internacionales y con las prioridades nacionales de desarrollo sostenible, justicia social y enfoque de derechos. Este proceso se inicia con la Ley 1844 de 2017(Gobierno de Colombia, 2017), mediante la cual se aprueba el Acuerdo de París, que incorpora de forma jurídicamente vinculante principios de derechos humanos, igualdad de género, empoderamiento de las mujeres, equidad intergeneracional y justicia climática, y establece mandatos explícitos para integrar un enfoque sensible al género en la adaptación, el fortalecimiento de capacidades, la participación pública y la transparencia.

Sobre esta base, la Ley 2169 de 2021 de Acción Climática (Ley 2169 de 2021, Por Medio de La Cual Se Impulsa Del Desarrollo Bajo En Carbono Del País Mediante El Establecimiento de Metas y Medidas Mínimas En Materia de Carbono Neutralidad y Resiliencia Climática y Se Dictan Otras Disposiciones, 2021) consolida la integración de los enfoques de género, diferencial y de derechos humanos en la arquitectura de la acción climática, reconoce los impactos diferenciados del cambio climático y el rol de las mujeres, e incorpora la transición justa como elemento central para la reducción de brechas estructurales, habilitando su transversalización en educación climática, gestión del riesgo, adaptación sectorial y sistemas de información.

En el ámbito de la política pública de igualdad, el CONPES 4080 de 2022 (CONPES 4080 Política Pública de Equidad de Género Para Las Mujeres, 2022) articula de manera explícita la agenda de género con la agenda climática,

identifica la vulnerabilidad climática diferencial de las mujeres —en particular rurales— y asigna responsabilidades al MinAmbiente para la formulación e implementación del PAGCC-CO, 2023 (Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia., 2023b), así como para el fortalecimiento de los sistemas de información, monitoreo y reporte con relevancia para la NDC y el Informe Bienal de Transparencia (BTR).

De forma complementaria, el CONPES 4143 de 2025 – Política Nacional de Cuidado introduce la articulación entre género, cuidado y cambio climático (CONPES 4143 Política Nacional de Cuidado, 2025), reconociendo el aporte de las prácticas de cuidado comunitario y ambiental a la adaptación, la mitigación y la resiliencia climática, y estableciendo acciones programáticas orientadas al fortalecimiento de capacidades de organizaciones de mujeres rurales cuidadoras del ambiente.

Estos desarrollos se consolidan a través de instrumentos estratégicos y operativos como la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050 (2021 (Gobierno de Colombia. Min Ambiente, 2021)), que integra el enfoque de género como principio rector hacia 2050 con compromisos en transición justa, empleo verde, educación, innovación y ámbitos emergentes; la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono y Resiliente al Clima (ECDBC, 2024) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Min Ambiente), 2024), que operacionaliza la transversalización del enfoque de género mediante el PAGCC-CO, la Estrategia de Transición Justa de la Fuerza Laboral (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2023) y los Acuerdos Voluntarios Climáticos; la Visión País de Género y Cambio Climático (Visión de País de Género y Cambio Climático de Colombia, 2023) y su Hoja de Ruta (2023), que orienta la coherencia entre políticas, planes y programas; el instrumento metodológico Adaptarse es cuestión de género (2021)(Adaptarse Es Cuestión de Género Programa de Preparación Para La Adaptación Nacional al Cambio Climático, 2021), que operacionaliza el enfoque de género en la adaptación; la Estrategia Nacional de Movilidad Activa (ENMA, 2022) (Estrategia Nacional de Movilidad Activa Con Enfoque de Género y Diferencial, 2022), que constituye un referente sectorial con indicadores desagregados por sexo; y la Ley 2462 de 2025 de Mujeres Rurales (Ley 2462 de 2025, 2025), que refuerza la articulación entre igualdad de género y acción climática en el ámbito rural.

En conjunto, este entramado evidencia avances sustantivos en adaptación, transición justa, gobernanza, participación y generación de información, al tiempo que identifica desafíos persistentes en la operacionalización del enfoque de género en el financiamiento climático, la armonización de indicadores y la consolidación de sistemas de MRV sensibles al género.

Tabla 1-11. Analítica de normas e instrumentos: enfoque de género y cambio climático

Nombre	Año	Elementos de articulación entre enfoque género y cambio climático
Ley 1844 – Aprobatoria del Acuerdo de París	2017	Establece que la acción climática debe respetar y promover los derechos humanos, incluyendo de manera expresa la igualdad de género, el empoderamiento de las mujeres y la equidad intergeneracional, e incorpora el principio de transición justa como orientador de los procesos de transformación económica y laboral asociados a la respuesta al cambio climático. En este marco, el Artículo 7 (Adaptación) dispone que las acciones de adaptación deben diseñarse e implementarse con un enfoque sensible al género, participativo y transparente, considerando a los grupos y comunidades en situación de vulnerabilidad y reconociendo los conocimientos tradicionales y locales, incluidos los de los pueblos indígenas. De manera complementaria, los Artículos 11, 8, 12 y 13 establecen condiciones habilitantes para la transversalización del enfoque de género en el fortalecimiento de capacidades, las pérdidas y daños, la educación, la participación pública y la transparencia (Gobierno de Colombia, 2017).
Ley 2169 – Acción Climática	2021	Establece el marco legal de la acción climática en Colombia e integra de manera explícita el enfoque de género en la transición hacia el carbono neutralidad, la resiliencia climática y el desarrollo bajo en carbono. La norma reconoce el rol central de las mujeres y de los grupos de especial protección constitucional, así como los impactos diferenciados del cambio climático en mitigación y adaptación, y vincula este reconocimiento con la garantía de los derechos humanos y la reducción de desigualdades. La incorporación del enfoque de género se operacionaliza principalmente a través de los medios de implementación, en especial en educación, formación y sensibilización, y mediante el mandato al Ministerio del Trabajo para diseñar e implementar una estrategia de transición justa de la fuerza laboral con énfasis en la reducción de brechas (Ley 2169 de 2021, Por Medio de La Cual Se Impulsa Del Desarrollo Bajo En Carbono Del País Mediante El Establecimiento de Metas y Medidas Mínimas En Materia de Carbono Neutralidad y Resiliencia Climática y Se Dictan Otras Disposiciones, 2021).
Adaptarse es cuestión de género. Metodología /Guía	2021	Sistematiza el marco normativo que articula la igualdad de género con la adaptación al cambio climático en Colombia y orienta la integración del enfoque de género en todo el ciclo de la política climática, especialmente en adaptación, mediante análisis de género en políticas y proyectos, uso de información e indicadores desagregados, participación efectiva y liderazgo de mujeres y poblaciones diversas, incorporación del enfoque en la planificación territorial y sectorial —incluidos los PIGCCS y PIGCCT—, alineación de educación, tecnología, fortalecimiento de capacidades y gestión del riesgo con criterios de igualdad, y promoción de financiamiento climático sensible al género. En conjunto, establece que la transversalización del enfoque de género es un requisito estructural de la acción climática nacional para reducir vulnerabilidades y fortalecer la efectividad y la rendición de cuentas (Adaptarse Es Cuestión de Género Programa de Preparación Para La Adaptación Nacional al Cambio Climático, 2021).
Visión País de Género y Cambio Climático. Hoja de ruta	2023	Orienta la formulación del Plan de Acción de Género y Cambio Climático (PAGCC-CO), la transversalización del enfoque de género en políticas, planes y proyectos climáticos —incluidos la NDC, el PNACC, los PIGCCS y los PIGCCT— y el uso de datos e indicadores con enfoque de género, incluso en el Inventario Nacional de GEI. Asimismo, define arreglos institucionales y promueve el financiamiento climático sensible al género, el fortalecimiento de capacidades y la participación de organizaciones de mujeres, consolidando el enfoque de género como un criterio estructural, obligatorio y verificable de la acción climática nacional (Visión de País de Género y Cambio Climático de Colombia, 2023).

Nombre	Año	Elementos de articulación entre enfoque género y cambio climático
PAGCC-CO – Plan de Acción de Género y Cambio Climático	2023	Define instrumentos, responsabilidades y mecanismos verificables para transversalizar el enfoque de género en la mitigación, la adaptación y la resiliencia, incluyendo su integración obligatoria en políticas, planes y proyectos climáticos (NDC, PNACC, PIGCCS y PIGCCT), arreglos institucionales liderados por el MinAmbiente, sistemas de información y MRV con indicadores de género, financiamiento y presupuestación sensibles al género, fortalecimiento de capacidades y participación efectiva de organizaciones de mujeres. En conjunto, el Plan consolida el enfoque de género como un criterio estructural, obligatorio y evaluable de la acción climática nacional (Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia., 2023b).
CONPES 4080 – Política Pública de Equidad de Género para las Mujeres	2022	Identifica la vulnerabilidad climática diferencial de las mujeres, en particular de aquellas que habitan en zonas rurales, y asigna responsabilidades concretas al MinAmbiente para la integración del enfoque de género en la gestión climática nacional. En particular, el CONPES establece el mandato de formular y ejecutar el Plan de Acción de Género y Cambio Climático (PAGCC-CO), así como de integrar el enfoque de género en la transición justa, apoyar iniciativas productivas sostenibles y negocios verdes liderados por mujeres rurales, y fortalecer los sistemas de información y las capacidades institucionales, mediante el uso de datos desagregados relevantes para la adaptación, la mitigación y la transparencia climática (CONPES 4080 Política Pública de Equidad de Género Para Las Mujeres, 2022).
CONPES 4143 – Política Nacional de Cuidado	2025	Reconoce que las prácticas de cuidado comunitario, territorial y ambiental — realizadas mayoritariamente por mujeres rurales, comunitarias y de pueblos étnicos— contribuyen a la adaptación, la mitigación y el fortalecimiento de la resiliencia climática, particularmente a través del cuidado del territorio, el agua, la biodiversidad y los ecosistemas. Asimismo, identifica una brecha de género en la transición justa y asigna responsabilidades al MinAmbiente para fortalecer capacidades en resiliencia climática de organizaciones de mujeres cuidadoras del ambiente e integrarlas en planes, programas y proyectos del sector ambiental. De manera complementaria, establece condiciones habilitantes como la gobernanza participativa, la producción de información sobre cuidado ambiental y el reconocimiento de las cuidadoras como actoras relevantes en la sostenibilidad de la vida (CONPES 4143 Política Nacional de Cuidado, 2025).
E2050 – Estrategia Climática de Largo Plazo	2021	La E2050 integra de manera explícita el enfoque de género como principio rector de la acción climática nacional, al reconocer que el cambio climático exacerba las desigualdades de género y al establecer su incorporación transversal en la mitigación, la adaptación, la gestión del riesgo y la transición justa. Asimismo, enfatiza la participación plena y efectiva de mujeres y hombres en la gobernanza climática y en los procesos de toma de decisiones a lo largo de todo el ciclo de las políticas. En términos operativos, la E2050 define compromisos en transición justa de la fuerza laboral, con monitoreo desagregado por sexo del empleo y promoción de empleos verdes inclusivos, e integra el enfoque de género en educación, ciencia, innovación y fortalecimiento de capacidades, así como en perspectivas territoriales e interseccionales y en ámbitos emergentes como la movilidad humana y la salud pública (Gobierno de Colombia. MinAmbiente, 2021).
Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono y Resiliente al Clima	2024	La ECDBC integra de manera explícita y transversal el enfoque de género en la acción climática nacional, al reconocer la promoción de la igualdad como un componente clave para avanzar hacia el carbono neutralidad y la resiliencia climática, en articulación con la transición justa, la territorialización y los medios de implementación.

Nombre	Año	Elementos de articulación entre enfoque género y cambio climático
		En términos operativos, la ECDBC posiciona el Plan de Acción de Género y Cambio Climático (PAGCC-CO) como eje para la justicia y la resiliencia climática con igualdad de género, incorpora el enfoque de género en la Transición Justa de la Fuerza Laboral y en los Acuerdos Voluntarios Climáticos, y establece arreglos de gobernanza, entre ellos el Comité Sectorial de Asuntos Poblacionales, Diferenciales y de Género, para coordinar acciones intersectoriales en educación, empoderamiento climático, justicia climática y adaptación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2024).
ENMA – Estrategia Nacional de Movilidad Activa	2022	La Estrategia Nacional de Movilidad Activa con Enfoque de Género y Diferencial (ENMA) articula de manera explícita el cambio climático y el enfoque de género, al posicionar la caminata y el uso de la bicicleta como medidas relevantes de mitigación climática y, de forma complementaria, como instrumentos para la reducción de desigualdades de género y brechas sociales. Desde su concepción, reconoce que la sostenibilidad ambiental requiere incorporar la equidad de género, la accesibilidad y el cuidado de la vida, y vincula la movilidad activa con la resiliencia climática, la calidad del aire y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En términos operativos, la ENMA integra el enfoque de género en el diagnóstico, los objetivos, las acciones y el sistema de seguimiento, reconoce impactos diferenciados en los patrones de movilidad y define responsabilidades institucionales claras, principalmente para el Ministerio de Transporte. De manera destacada, incorpora un sistema de indicadores desagregados por sexo, con metas asociadas a viajes a pie y en bicicleta, seguridad vial y reducción de emisiones de CO_2, lo que facilita el seguimiento y la rendición de cuentas, consolidándola como un instrumento operativo de política pública climática con enfoque de género (Estrategia Nacional de Movilidad Activa Con Enfoque de Género y Diferencial, 2022).
Ley 2462 de 2025	2025	La Ley 2462 de 2025 incorpora de manera explícita la articulación entre igualdad de género y cambio climático, al reconocer a las mujeres rurales, campesinas y de la pesca como actoras relevantes de la sostenibilidad, la justicia climática y la transición energética. Desde un enfoque ambiental, de cuidado, territorial e interseccional, define como objetivo central el reconocimiento y la promoción de su rol en el cuidado de los ecosistemas, la mitigación de los efectos del cambio climático y la transición energética, integrando estas dimensiones al desarrollo rural y la producción sostenible. En términos operativos, la ley asigna responsabilidades claras al Estado, en particular al MinAmbiente, y establece la articulación con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural para priorizar sistemas productivos sostenibles que valoren los saberes tradicionales de las mujeres. De manera complementaria, define mecanismos habilitantes como la participación en instancias de decisión, la educación ambiental, el reconocimiento de saberes ancestrales y el fortalecimiento de sistemas de información e indicadores desagregados, contribuyendo a la rendición de cuentas y a una acción climática con enfoque de género en los territorios rurales (Ley 2462 de 2025, 2025).

Fuente. Elaboración propia

1.6. Estructura de gobierno

1.6.1. Descripción general

Colombia se rige por la Constitución Política de 1991, que especifica los principales derechos y deberes de la Nación y define, entre otros, la estructura y organización

del Estado. La estructura del Estado está compuesta por tres ramas del poder público, descritas de la siguiente manera:

- Rama judicial: está orientada a administrar justicia, solucionar conflictos entre ciudadanos y entre estos y el Estado.
- Rama legislativa: su función principal es formular y expedir leyes, ejercer control sobre el Gobierno y reformar la Constitución Política.
- Rama ejecutiva: está conformada por tres órdenes: nacional, departamental y municipal.

- Orden nacional: se encarga de ejecutar coordinadamente todas las actividades administrativas al servicio del interés general.
- Orden departamental: está compuesto por regiones, regiones administrativas de planificación, regiones de planificación y gestión, asociaciones de departamentos y la Región Administrativa de Planificación Especial del Distrito Capital, el departamento de Cundinamarca y los departamentos contiguos.
- Orden municipal: se organiza en provincias, provincias administrativas y de planificación, áreas metropolitanas, asociaciones de distritos, asociaciones de municipios, distritos, municipios, territorios indígenas, comunas y corregimientos.

La estructura de gobierno fue presentada de forma detallada en el primer Reporte Bienal de Transparencia por lo que en virtud de lo establecido en el parágrafo 63 del Capítulo III del Anexo de la Decisión 18 / CMA.1, se remite a los interesados a revisar dicha información en la correspondiente sección del citado documento[1].

1.6.2. Institucionalidad nacional relativa al cambio climático

El Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) es el encargado de coordinar y articular la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de las políticas, planes y acciones de adaptación al cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero en Colombia. Su enfoque es intersectorial y transversal, e involucra a entidades públicas, privadas y de la sociedad civil en los niveles nacional y territorial.

El SISCLIMA se estructura principalmente a través de dos órganos multiactor: la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) y los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC), como se muestra en la Figura 1-27. La CICC orienta y coordina la implementación de la Política Nacional de Cambio Climático,

1 Dirigirse a las páginas 28-29 del BTR1. Disponible en: https://unfccc.int/documents/645256

integrando los compromisos sectoriales e intersectoriales mediante la articulación de políticas, criterios y recursos. Por su parte, los NRCC promueven y apoyan la implementación de las acciones climáticas en las regiones, fortaleciendo la coordinación entre el nivel nacional y territorial e integrando la planificación territorial y la gestión del riesgo (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Adicionalmente, la gobernanza climática se complementa con la Comisión Intersectorial del Gabinete Presidencial para la Acción Climática (CIGPAC), de carácter estratégico, que asegura la incorporación de la acción climática en las prioridades presidenciales y en la agenda de alto nivel del Gobierno, diferenciándose de la CICC por su enfoque técnico-operativo.

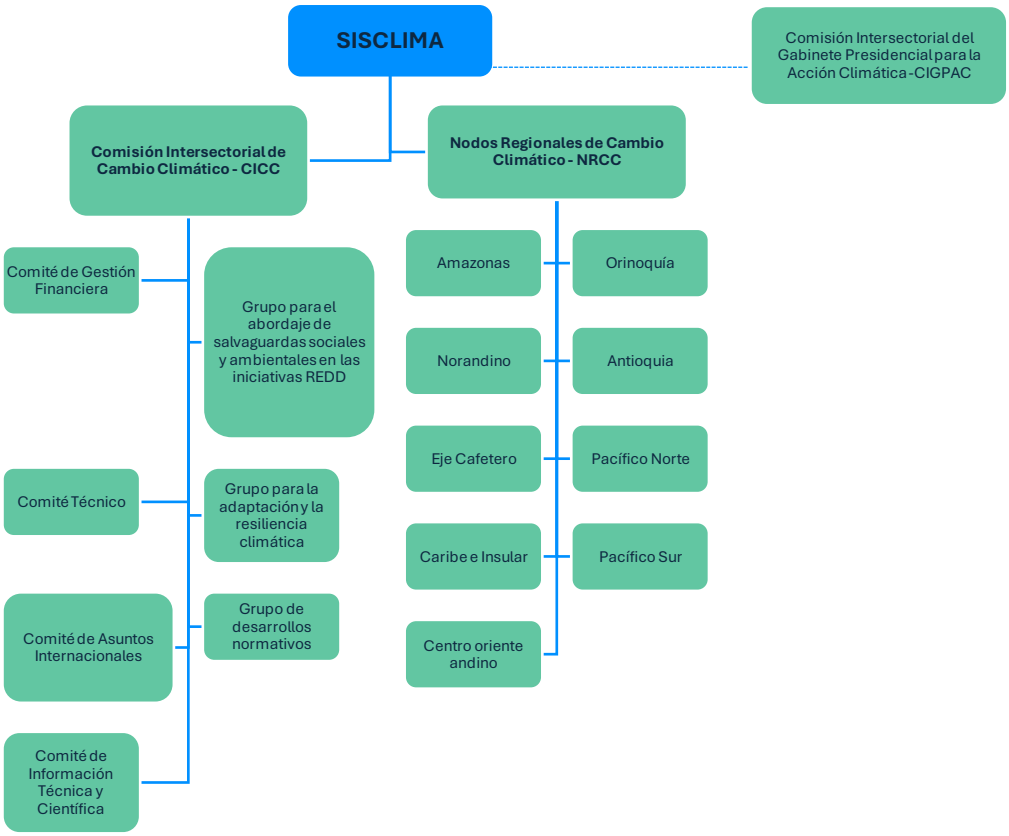


Figura 1-27. Instancias multifactor relacionadas con el SISCLIMA

Fuente. Tomado de Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., (2024).

Durante los últimos cinco años, la CICC ha aprobado instrumentos y lineamientos clave para la gestión del cambio climático, entre ellos la Estrategia 2050, los criterios generales para la definición y coordinación del ciclo nacional de ambición climática, los presupuestos nacionales de carbono, la actualización de la NDC 3.0 y la actualización de las reglas técnicas y operativas para la contabilidad de las reducciones y remociones de emisiones de GEI.

La institucionalidad nacional relativa al cambio climático fue presentada de forma detallada en el primer Reporte Bienal de Transparencia por lo que en virtud de lo establecido en el parágrafo 63 del Capítulo III del Anexo de la Decisión 18 / CMA.1, se remite a los interesados a revisar dicha información en la correspondiente sección del citado documento[2].

1.6.2.1. Comité de asuntos poblacionales, diferenciales y de género

En cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022–2026(Gobierno de Colombia, 2022) y del CONPES 4080 de 2022 (CONPES 4080 Política Pública de Equidad de Género Para Las Mujeres, 2022), el MinAmbiente fortaleció su arquitectura institucional para la incorporación de los enfoques poblacional, diferencial y de género en la gestión ambiental mediante la creación del Comité Sectorial de Asuntos Poblacionales, Diferenciales y de Género, formalizado por la Resolución 943 de 2023 e instalado en 2025. Este Comité opera como instancia de articulación interinstitucional del sector ambiental para promover la transversalización del enfoque de género en políticas, planes, programas e instrumentos, incluyendo el seguimiento al Plan de Acción de Género y Cambio Climático (PAGCC-CO)(Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia., 2023b), la definición de lineamientos sectoriales y la articulación de agendas estratégicas como la implementación del Acuerdo de Escazú con enfoque de género, fortaleciendo la gobernanza, la coordinación técnica y la coherencia del sector con los compromisos nacionales e internacionales en materia de igualdad de género y justicia ambiental.

1.7. Instrumentos de planificación y gestión del cambio climático

En el título III, capítulo I de la Ley de Cambio Climático se define que la gestión del cambio climático se realiza mediante los siguientes instrumentos:

Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés) comprometidas ante la CMNUCC.

Política Nacional de Cambio Climático.

Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales y Territoriales

Planes de desarrollo de las entidades territoriales y los planes de ordenamiento territorial.

Comunicaciones Nacionales, los Inventarios Nacionales de GEI, los reportes bienales de actualización (BUR) y los demás reportes e informes que los sustituyan, modifiquen o reemplacen.

2 Dirigirse a las páginas 94-95 del BTR1. Disponible en: https://unfccc.int/documents/645256

1.7.1. Contribución Determinada a Nivel Nacional (en adelante NDC)

En 2025, Colombia presentó ante la CMNUCC la actualización de su NDC 3.0: Transformaciones por la vida. La actualización reúne ocho principios rectores y los portafolios de medidas de adaptación, pérdidas y daños, reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y medios de implementación, consolidando una hoja de ruta que integra biodiversidad, justicia ambiental y transición energética justa.

1.7.2. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales – PIGCCS

Los PIGCCS son los instrumentos mediante los cuales cada ministerio, de conformidad con lo establecido en el marco del SISCLIMA, identifica, evalúa y orienta la incorporación de medidas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y de adaptación al cambio climático en las políticas, planes y regulaciones de su respectivo sector.

La Tabla 1-12 presenta los sectores que, a la fecha de presentación de este reporte, cuentan con un PIGCCS adoptado y las entidades responsables correspondientes.

Tabla 1-12. PIGCCS adoptados por sector y entidad responsable

Sector	Entidad responsable
Energía	Ministerio de Minas y Energía
Vivienda, ciudad y territorio	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
Comercio, industria y turismo	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Agropecuario	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Defensa	Ministerio de Defensa Nacional
Hacienda	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
Salud	Ministerio de Salud y Protección Social
Transporte	Ministerio de Transporte

Fuente. Elaboración propia. Los sectores de Salud y Transporte adoptaron su PIGCCS durante la elaboración del presente reporte.

1.7.3. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales - PIGCCT

Los PIGCCT son los instrumentos a través de los cuales las entidades territoriales y autoridades ambientales regionales identifican, evalúan, priorizan, y definen medidas y acciones de adaptación y de mitigación de emisiones de gases efecto

invernadero, para ser implementados en el territorio para el cual han sido formulados.

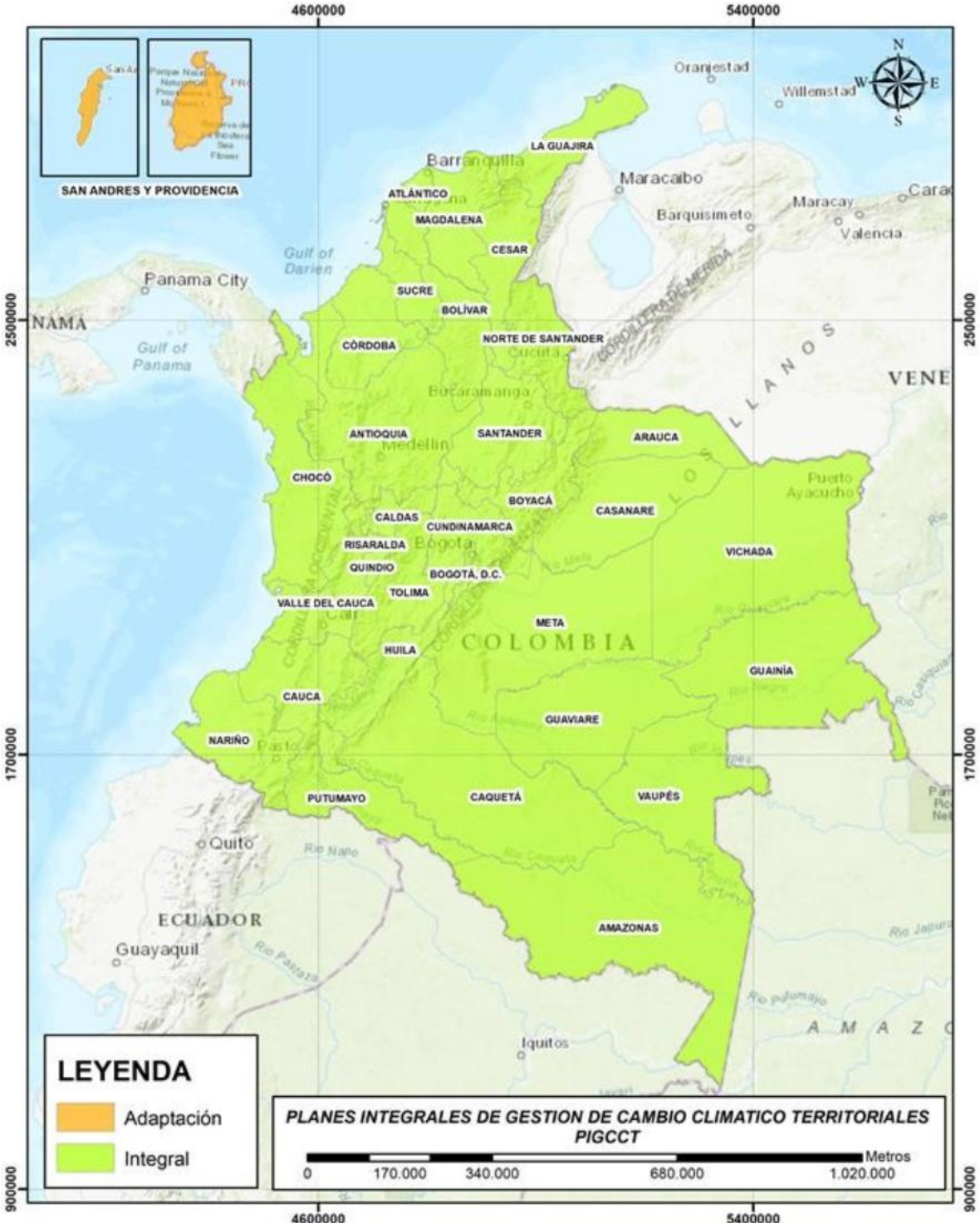


Figura 1-28. Estado de avance de los PIGCCT

Fuente: Tomado de MinAmbiente (2026)

A escala departamental, Colombia cuenta con 32 PIGCCT formulados, de los cuales 31 tienen carácter integral, es decir, incorporan los componentes de adaptación, mitigación y gestión del riesgo de desastres de manera articulada. El departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina cuenta con un Plan de Adaptación formulado en 2014, pendiente de actualización a PIGCCT dado el perfil de vulnerabilidad especialmente alto del territorio insular. El departamento de Bolívar cuenta con un instrumento formulado en 2025 en espera de adopción por acto administrativo.

1.8. Sistemas de información para el cambio climático

Mediante la Resolución 1383 de 2023, Colombia reglamentó el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), cuyo objetivo es proporcionar datos e información transparente y consistente a lo largo del tiempo para la toma de decisiones en la gestión del cambio climático, así como definir las reglas y procesos para su articulación con otros sistemas que gestionan información relacionada con el seguimiento a la gestión del cambio climático. La Figura 1-29 presenta la estructura del SNICC, el cual está integrado dentro del Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC) (Instituto de Hidrología, 2024).

El MinAmbiente es la entidad responsable del SNICC, con el apoyo técnico del Ideam. Su rol incluye la gestión y administración del sistema, garantizando que los datos ingresados sean precisos y estén actualizados. El Ideam se encarga del procesamiento y análisis técnico de la información, proporcionando insumos clave para la toma de decisiones políticas.

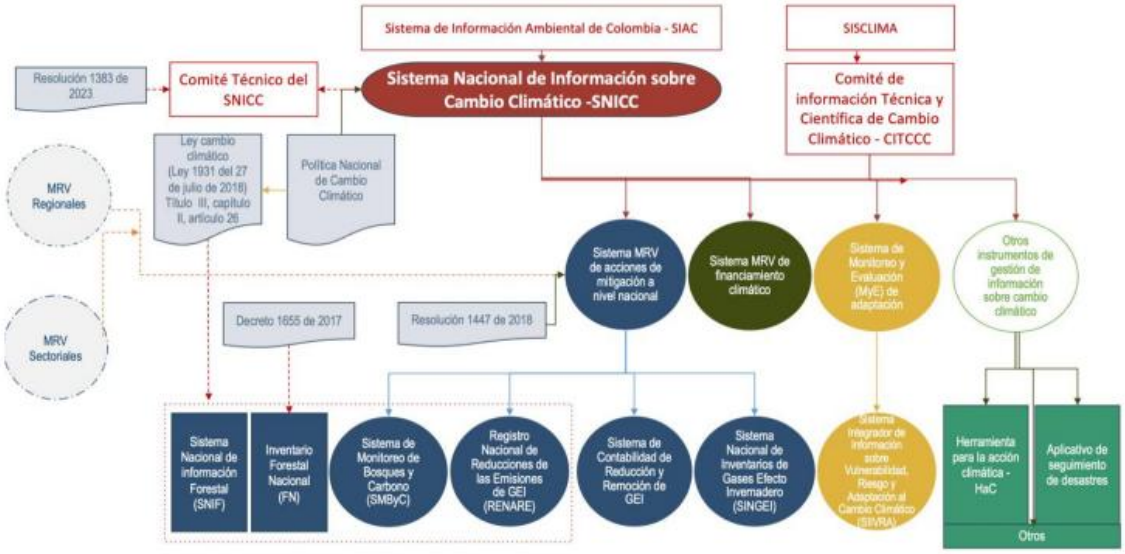


Figura 1-29. Estructura del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático

Fuente. Tomado de Instituto de Hidrología (2024).

El SNICC está compuesto por tres sistemas definidos en la Ley de Cambio Climático, la PNCC y la Resolución 1447 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

1.8.1. Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de acciones de mitigación

Es el sistema nacional encargado de acopiar, almacenar, procesar, analizar y difundir los avances de Colombia en emisiones, absorciones y reducciones de emisiones atmosféricas. Estas actividades las realiza a través de sus subsistemas: Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Renare), el Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de Gases Efecto Invernadero (SCRR-GEI), el Sistema Nacional de Inventarios de Emisiones y Absorciones Atmosféricas (Singei) y Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC).

1.8.2. Sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de adaptación al cambio climático

Este Sistema integra la información necesaria para evaluar cómo avanza el país en la implementación de acciones para adaptarse al cambio climático. Recolecta y analiza datos sobre riesgos, vulnerabilidades, medidas implementadas y resultados alcanzados en distintos territorios y sectores. Proporciona indicadores y reportes que permiten medir la efectividad de las acciones de adaptación, orientar decisiones de política y fortalecer la capacidad del país para responder a los impactos climáticos. Este sistema incluye el Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación - SIIVRA.

1.8.3. Sistema MRV de financiamiento climático

Es el sistema nacional que registra, organiza y reporta la información sobre los recursos financieros destinados a enfrentar el cambio climático en Colombia. Permite identificar cuánto financiamiento se moviliza, quién lo aporta, en qué acciones se invierte y qué resultados genera. Garantiza transparencia en el seguimiento de los flujos financieros climáticos, facilita la toma de decisiones y permite demostrar ante la comunidad internacional el esfuerzo del país para financiar su acción climática.

Como herramienta complementaria para el seguimiento de la acción climática, Colombia cuenta con la plataforma +Clima, desarrollada con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y administrada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP). Aunque no hace parte del SNICC, esta plataforma contribuye al monitoreo y reporte de los compromisos climáticos establecidos en la Ley 2169 de 2021 y en la NDC, mediante la consolidación de los indicadores del Plan de Implementación y Seguimiento (PdIS), lo que permite evaluar el avance

de las acciones de mitigación, adaptación y medios de implementación. La plataforma se describe con mayor detalle en los capítulos 3 y 4.

1.9. Plan de Acción de Género y Cambio Climático en Colombia

En 2018, en el marco del Segundo Informe Bienal de Actualización (BUR 2), Colombia anunció la necesidad de avanzar hacia una visión de país en materia de género y cambio climático, orientada a promover la igualdad de género mediante la transversalización de este enfoque en políticas e instrumentos climáticos, así como a fortalecer una comprensión diferencial de las necesidades, roles y responsabilidades de mujeres y hombres en la gestión del cambio climático a nivel nacional.

Posteriormente, a través de la ECDBC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2024), liderada por el MADS en 2022 se formuló la hoja de ruta para el PAGCC-CO (Hoja de Ruta, Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia, 2023), y en 2023 se consolidó formalmente dicho Plan como instrumento operativo para la implementación del enfoque de género en la acción climática nacional.

- **Sobre la implementación del PAGCC-CO**

Con corte a marzo de 2026, la implementación del Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia (Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia., 2023b) evidencia avances significativos en la consolidación de una agenda climática con enfoque de género, sustentada en una ruta metodológica estructurada en cuatro pasos: i) socialización y apropiación; ii) construcción de capacidades; iii) ejecución de acciones orientadas al logro de objetivos; y iv) fortalecimiento de mecanismos de monitoreo, gestión del conocimiento y verificación. Esta ruta ha permitido ordenar el proceso de implementación y garantizar coherencia entre los compromisos sectoriales, las dinámicas territoriales y la participación efectiva de actores clave, en particular las organizaciones de mujeres, en consonancia con los compromisos nacionales e internacionales en materia de género y cambio climático.

En el ámbito sectorial, el PAGCC-CO articula compromisos de diez sectores estratégicos, que en conjunto representan 28 objetivos. A marzo de 2026, se reporta un avance del 64,2 % en la implementación de dichos objetivos, reflejando una movilización institucional relevante. En términos de cumplimiento específico, el sector ambiente lidera con la implementación de seis objetivos, seguido por los sectores de agricultura, ciencia, y minas y energía, con dos objetivos cada uno, y por los sectores de trabajo, comercio y transporte, con un objetivo respectivamente. Este avance da cuenta de una apropiación progresiva

del enfoque de género en las políticas climáticas sectoriales, así como de la capacidad institucional para traducir compromisos en acciones concretas.

De manera complementaria, el PAGCC-CO reconoce el rol fundamental de las organizaciones de mujeres como actoras clave en la acción climática. En este sentido, diez organizaciones de mujeres de nivel nacional han definido un conjunto de 24 objetivos, de los cuales 14 se encuentran en implementación, lo que equivale a un 58 % de avance. Este componente fortalece la participación incidente de las mujeres en la gobernanza climática y visibiliza sus conocimientos, prácticas y liderazgos en la gestión ambiental y la resiliencia climática, contribuyendo a una implementación más inclusiva y territorialmente pertinente del Plan.

Al integrar los avances tanto de los sectores como de las organizaciones de mujeres, el nivel general de implementación del PAGCC-CO alcanza el 61,5 %, correspondiente a 32 objetivos en ejecución de un total de 52 definidos como meta del 100 %. Este resultado refleja un progreso sustancial en un periodo relativamente corto y evidencia la efectividad de la estructura de gobernanza del Plan y el compromiso de múltiples actores en su implementación. Asimismo, este avance posiciona a Colombia como un referente regional en la integración del enfoque de género en la acción climática.

En el marco de la implementación del PAGCC-CO, el sector ambiente ha consolidado avances sustantivos en el cumplimiento de sus acciones comprometidas, particularmente en la línea de acción climática. Entre estos avances se destacan la formulación de la Estrategia de Fortalecimiento de Capacidades en Resiliencia Climática para Mujeres Cuidadoras del Ambiente, orientada a reconocer y potenciar el rol de las mujeres en la gestión territorial del cambio climático, así como la Estrategia de Gestión del Conocimiento sobre experiencias y buenas prácticas, dirigida a sistematizar, visibilizar y escalar aprendizajes desde los territorios. De manera complementaria, el sector avanza en la formulación de la hoja de ruta para el Sistema de Información de Impactos Diferenciales del Cambio Climático (SIIDCCO), como herramienta clave para dar cumplimiento a la acción del PAGCC-CO relacionada con la generación de información desagregada que permita evidenciar brechas de género en el contexto climático.

En los sectores agropecuario y de comercio, industria y turismo, se ha avanzado en la actualización de la guía para la integración del enfoque de género en programas, proyectos y políticas de cambio climático, proceso desarrollado con el apoyo técnico del MinAmbiente. Esta actualización constituye un instrumento técnico fundamental para orientar la incorporación efectiva del enfoque de género en la planificación e implementación de acciones climáticas sectoriales, en coherencia con los compromisos del PAGCC-CO orientados a fortalecer el rol de las mujeres en las dinámicas productivas sostenibles y en la acción climática.

Por su parte, el Ministerio de Minas y Energía (MinEnergía) ha avanzado en la formulación de la política de género del sector minero-energético, próxima a su lanzamiento, como parte del cumplimiento de la acción orientada a promover alianzas estratégicas para la igualdad en el marco de la transición energética. A su vez, el sector transporte se encuentra desarrollando la estrategia de movilidad activa con enfoque de género, incorporando consideraciones sobre el uso diferenciado del espacio público y las necesidades específicas de las mujeres en los sistemas de movilidad sostenible. De igual forma, el sector trabajo presenta un avance relevante al contar con lineamientos, criterios y un protocolo para la integración del enfoque de género en la estrategia de transición justa de la fuerza laboral, fortaleciendo la inclusión y la equidad en los procesos de transformación productiva asociados al cambio climático.

En esta misma línea, el sector salud ha avanzado mediante el lanzamiento de su Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial, que constituye el marco de política para la operacionalización de la medida establecida en el PAGCC-CO relacionada con la adaptación en salud, particularmente en la prevención de enfermedades y la promoción de la salud frente a los efectos del cambio climático. Este instrumento permite incorporar el enfoque de género en la identificación, monitoreo y respuesta frente a enfermedades sensibles al clima, incluidas las transmitidas por vectores, reconociendo las vulnerabilidades diferenciadas de mujeres y hombres.

En relación con la implementación de las acciones por parte de las organizaciones de mujeres en su diversidad, estas han avanzado mediante el desarrollo de escuelas de justicia climática y la puesta en marcha de pilotos de protección de semillas y cultivos agroecológicos, acciones que fortalecen el liderazgo de las mujeres en la gestión territorial, la soberanía alimentaria y la resiliencia climática, en coherencia con los principios y objetivos del PAGCC-CO.

El avance en la implementación del PAGCC-CO ha sido posible gracias al liderazgo estratégico de la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo del MinAmbiente, que ha orientado de manera técnica y articulada la incorporación del enfoque de género en la acción climática del país. Esta Dirección ha desempeñado un rol clave en la coordinación intersectorial, el acompañamiento a las entidades en la formulación e implementación de sus acciones, y la consolidación de herramientas técnicas y de información para el seguimiento del Plan. En este proceso, se destaca el aporte de la cooperación alemana en Colombia, particularmente a través de GIZ y de iniciativas apoyadas por IKI, cuyo respaldo técnico y financiero ha sido determinante para el desarrollo de instrumentos estratégicos, el fortalecimiento de capacidades institucionales y territoriales y la promoción de procesos participativos con organizaciones de mujeres. Este acompañamiento ha permitido acelerar la implementación del PAGCC-CO, consolidando una agenda de acción climática con enfoque de

género robusta, coherente y alineada con los compromisos internacionales del país.

- **Estrategia de fortalecimiento de capacidades en resiliencia climática para organizaciones de mujeres cuidadoras del ambiente**

La Estrategia de Fortalecimiento de Capacidades en Resiliencia Climática para organizaciones de Mujeres Cuidadoras del Ambiente se configura como un instrumento orientado a apoyar la implementación de los compromisos climáticos de Colombia, particularmente en el contexto de la actualización de la NDC 3.0, mediante el reconocimiento y fortalecimiento del rol de las mujeres en la gestión ambiental y territorial.

La estrategia prioriza el desarrollo de capacidades técnicas, organizativas y de incidencia de organizaciones de mujeres rurales, campesinas, indígenas, negras, afrocolombianas, raizales, palenqueras y de la pesca, a través de procesos de formación, intercambio de saberes y acompañamiento técnico enfocados en la adaptación, la mitigación y la gestión del riesgo climático. Asimismo, promueve el fortalecimiento del liderazgo y la participación incidente de las mujeres en la gobernanza climática y ambiental, así como la sistematización y difusión de prácticas locales y saberes tradicionales asociados a la resiliencia socio ecológica. En coherencia con el PAGCC-CO (Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia., 2023b), el PND 2022–2026(Gobierno de Colombia, 2022) y los lineamientos de la NDC 3.0 (República de Colombia, 2025), esta medida contribuye a la integración del enfoque de género en la acción climática territorial y al fortalecimiento de una transición justa y sostenible.

- **Estrategia de gestión del conocimiento sobre experiencias y buenas prácticas**

La Estrategia de Gestión del Conocimiento sobre experiencias y buenas prácticas en acción climática con enfoque de género se configura como un instrumento orientado a fortalecer la implementación de la NDC 3.0 mediante la recopilación, sistematización y difusión de aprendizajes derivados de iniciativas territoriales. La estrategia reconoce el valor de las prácticas desarrolladas por organizaciones sociales, instituciones públicas y comunidades locales —en particular aquellas lideradas por mujeres— en ámbitos como la adaptación basada en ecosistemas, la gestión comunitaria del agua, la restauración ecológica, la producción sostenible y la transición energética justa, como insumos para mejorar la formulación y ejecución de la política climática.

De manera, la estrategia promueve la consolidación de mecanismos institucionales para la generación, el intercambio y el uso sistemático del conocimiento en género y cambio climático, mediante repositorios de

información, plataformas de intercambio, publicaciones técnicas y espacios de diálogo multiactor. A través de estos mecanismos, se busca fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia, facilitar el seguimiento de avances de la NDC 3.0 y de los compromisos nacionales en materia de género, e integrar de forma permanente los aprendizajes territoriales en los procesos de planificación, monitoreo y evaluación de la acción climática, contribuyendo a una transición climática más inclusiva y sostenible.

- **Hoja de Ruta: Sistema para la formulación del Sistema de Información de Impactos Diferenciales del Cambio Climático**

La evidencia científica internacional (IPCC- AR6) ha puesto de manifiesto que los impactos del cambio climático no se distribuyen de manera homogénea entre territorios ni grupos poblacionales, lo que hace indispensable que los países cuenten con sistemas de información capaces de identificar y analizar estas diferencias para orientar la acción pública. En contextos de alta vulnerabilidad climática, como el colombiano, la ausencia de información sistemática sobre impactos diferenciales limita la capacidad de diseñar medidas de adaptación focalizadas, evaluar brechas persistentes y dar cuenta, de manera transparente, de cómo la acción climática responde a las condiciones específicas de las poblaciones más expuestas.

Si bien Colombia dispone de plataformas institucionales consolidadas para la gestión de la información climática, como el SISCLIMA y el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), actualmente no existe un subsistema que integre de forma estructurada información climática con indicadores socioeconómicos y demográficos que permita monitorear de manera continua los impactos diferenciados del cambio climático entre regiones y grupos poblacionales. Este vacío dificulta el seguimiento temporal de las desigualdades climáticas y el cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales relacionados con la adaptación con enfoque de equidad y género.

Con el fin de atender esta necesidad, en septiembre de 2025 el MinAmbiente inició la formulación de la Hoja de Ruta del SIIDCCO, sustentada en la evidencia científica, las orientaciones de organismos multilaterales y los requerimientos de la política pública nacional. El SIIDCCO se concibe como una herramienta estratégica para identificar quiénes, dónde y de qué manera están siendo afectados por el cambio climático en Colombia, con atención a grupos en situación de vulnerabilidad, y permitirá fortalecer la formulación de medidas de adaptación más equitativas, la priorización de inversiones y la rendición de cuentas del país en el marco de sus compromisos de transparencia y justicia climática.

- **Construcción de la Política Pública de Género del Sector Minero Energético. Incorporación del Eje de Cambio Climático.**

Colombia avanza en la formulación de la política de género del sector minero-energético, incorporando de manera explícita los desafíos asociados al cambio climático y reconociendo que la transición hacia sistemas energéticos sostenibles requiere integrar de forma sistemática el enfoque de igualdad de género y de justicia climática. En este marco, el eje de cambio climático se orienta a articular la política sectorial con los compromisos nacionales derivados de la NDC (Gobierno de Colombia, 2020), la E2050(Gobierno de Colombia. MinAmbiente, 2021) y el Plan de Acción de Género y Cambio Climático (PAGCC-CO) (Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia., 2023b), partiendo del reconocimiento de los impactos diferenciados del cambio climático sobre mujeres y hombres y de la necesidad de una transición energética justa e inclusiva.

De manera operativa, este eje promueve la integración del enfoque de género en las políticas y programas de transición energética y descarbonización del sector, incluyendo la participación efectiva de las mujeres en las cadenas de valor, la gobernanza climática y la planificación energética. Asimismo, impulsa la generación de información desagregada para identificar brechas de género, el fortalecimiento de capacidades institucionales y la incorporación de lineamientos para fortalecer la resiliencia climática en territorios con actividades minero-energéticas, reconociendo el rol de las mujeres en la gestión ambiental, la adaptación y la sostenibilidad territorial, en coherencia con los compromisos nacionales e internacionales en materia de acción climática con enfoque de género.

- **Lineamientos para la integración del enfoque de género en la estrategia de Transición Justa de la fuerza laboral de Colombia**

La formulación de lineamientos, criterios y protocolos para la integración del enfoque de género en la Estrategia de Transición Justa de la Fuerza Laboral (Resolución 2824 de 2025. Por La Cual Se Establece La Ruta Tipo de Reconversión Laboral Del Sector Trabajo, 2025) constituye un avance específico en la incorporación operativa de la igualdad de género en los procesos de descarbonización y transformación productiva. Estos lineamientos, desarrollados por el MinAmbiente en articulación con el Ministerio del Trabajo, orientan la identificación de brechas de género en el ámbito laboral y productivo, así como la prevención de riesgos de exclusión asociados a la transición climática.

En términos estratégicos, los lineamientos fortalecen la incorporación del enfoque de género en la planificación e implementación de la transición justa, promoviendo la participación de las mujeres en empleos verdes, la diversificación de oportunidades económicas y la adecuación de las políticas laborales a los impactos diferenciados del cambio climático. De esta manera, contribuyen a

alinear la transición de la fuerza laboral con criterios de equidad, efectividad y sostenibilidad, en coherencia con los compromisos nacionales en materia de acción climática y desarrollo sostenible.

- **Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Sectorial Salud- enfoque de género**.

La integración del enfoque de género en el plan sectorial de salud constituye un avance específico para la incorporación de consideraciones diferenciales en la respuesta del sector frente a los impactos del cambio climático. Este enfoque orienta la identificación de vulnerabilidades y riesgos en salud asociados al clima que afectan de manera diferenciada a mujeres y hombres, así como la adecuación de las intervenciones del sistema de salud para responder a estas desigualdades en contextos territoriales diversos.

En términos operativos, el plan sectorial de salud incorpora criterios de género en la planificación, prevención y atención de riesgos climáticos —como eventos extremos, enfermedades transmitidas por vectores y afectaciones a la salud materna—, fortaleciendo la capacidad del sector para anticipar impactos, orientar acciones de adaptación y mejorar el acceso equitativo a los servicios de salud. De este modo, se consolida el enfoque de género como un componente transversal de la acción climática en salud, en coherencia con los compromisos nacionales en adaptación, equidad y desarrollo sostenible.

- **Proceso participativo para la incorporación del enfoque de género en las NDC 3.0**

Durante el proceso de actualización de la NDC 3.0 (República de Colombia, 2025), el MinAmbiente desarrolló una secuencia de espacios participativos orientados a incorporar los aportes de las mujeres, en toda su diversidad, a la definición de prioridades de la acción climática nacional. En este marco se realizaron los talleres “Construyendo resiliencia con igualdad: género, cambio climático y biodiversidad” (Bogotá, 20 de marzo de 2025), “Mujeres indígenas construyendo resiliencia con igualdad: género, cambio climático y biodiversidad” (Ipiales, 27 de mayo de 2025) y “Mujeres Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras construyendo resiliencia con igualdad: género, cambio climático y biodiversidad” (Cali, 21 de julio de 2025). Estos encuentros convocaron a lideresas rurales y campesinas y a organizaciones de mujeres cuidadoras del ambiente; a 195 mujeres indígenas de territorios de Nariño, Cauca, Putumayo y Huila; y a 60 mujeres negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras provenientes del Pacífico, el Caribe continental y el Caribe insular.

La sistematización de los resultados permitió consolidar insumos técnicos y programáticos relevantes para la NDC 3.0, incluyendo la identificación de

prioridades territoriales de adaptación con enfoque de género, el fortalecimiento del rol de las mujeres como actoras clave en la gestión de la biodiversidad y la resiliencia climática, y la necesidad de mejorar los mecanismos de información para visibilizar impactos diferenciados del cambio climático. De manera convergente, los talleres propusieron dos líneas estratégicas: (i) el desarrollo de una estrategia nacional de resiliencia climática para organizaciones de mujeres cuidadoras del ambiente, orientada a fortalecer capacidades, liderazgo y articulación territorial; y (ii) la creación de un sistema de información sobre impactos diferenciales del cambio climático, que incorpore variables de sexo, edad, etnia y territorio para apoyar la toma de decisiones y el seguimiento de compromisos en materia de género, justicia climática y adaptación. Estos resultados contribuyeron a fortalecer la integración del enfoque de género, la biodiversidad y la justicia climática en la actualización de la NDC 3.0.

Tabla 1-13. Avance ministerio responsable y acciones implementadas

Ministerio / entidad líder	N° objetivos en implementación	Acciones y estrategias desarrolladas
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	6	- Formulación de la Estrategia de Fortalecimiento de Capacidades en Resiliencia Climática - Diseño de la Estrategia de Gestión del Conocimiento - Formulación de la hoja de ruta del Sistema de Información de Impactos Diferenciales (SIIDCCO) - Liderazgo en implementación del PAGCC-CO y articulación NDC 3.0
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	2	- Integración del enfoque de género en políticas de agricultura campesina, familiar y étnica - Fortalecimiento de capacidades de mujeres rurales en adaptación climática
Ministerio de Minas y Energía	2	- Formulación de política sectorial de género - Incorporación de enfoque de género en la transición energética justa
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	1	- Actualización de guías para integrar enfoque de género en desarrollo productivo sostenible
Ministerio de Transporte	1	- Desarrollo de estrategia de movilidad activa con enfoque de género
Ministerio del Trabajo	1	- Formulación de lineamientos, criterios y protocolos para transición justa de la fuerza laboral con enfoque de género
Ministerio de Salud y Protección Social	1	- Implementación de acciones climáticas en salud con enfoque de género - Avances en monitoreo de enfermedades asociadas al cambio climático (vectores)
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación	1	- Integración del enfoque de género en investigación climática
Departamento Nacional de	(transversal)	- Articulación del PAGCC con CONPES 4080 (género) y CONPES 4143 (cuidado) - Seguimiento de metas y alineación con PND
IDEAM	2	- Implementación de un curso sobre integración de enfoque de género en MRV de GEI

Ministerio / entidad líder	N° objetivos en implementación	Acciones y estrategias desarrolladas
		- Implementación de dos pilotos para integración de enfoque de género en el INGEI.

Tabla 1-14. Acciones estructurantes del PAGCC-CO

Tipo de acción	Instrumento	Estado
Sistema de información	SIIDCCO	En formulación (2025) – implementación inicia 2026
Estrategia nacional	Resiliencia climática mujeres cuidadoras	Formulada (2025) – implementación en curso
Estrategia nacional	Gestión del conocimiento	En implementación
Participación	Procesos NDC 3.0	Implementados (espacios nacionales participativos)
Política pública	Integración en CONPES y PND	En implementación

Fuente. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2026

El análisis del avance de los objetivos sectoriales indica que el 64,2 % se encuentra en fase de implementación, lo que refleja la incorporación del enfoque de género en la política climática multisectorial a través de instrumentos y acciones en ejecución. Este avance se concentra principalmente en el sector ambiente, que cumple un rol de articulación técnica e institucional, mientras que sectores vinculados a la transformación estructural, como energía, trabajo y transporte, registran progresos alineados con sus competencias sectoriales. El proceso evidencia una transición desde una fase centrada en el diseño de instrumentos (2023–2025) hacia una etapa orientada a la implementación y el escalamiento (2025–2030), en la cual el desarrollo del SIIDCCO se consolida como un elemento central para fortalecer los sistemas de MRV con enfoque de género. En conjunto, los resultados muestran que Colombia cuenta con una arquitectura institucional de diez sectores, avances en la operacionalización del PAGCC-CO, articulación entre política climática, de género y de cuidado, y un reconocimiento progresivo de las mujeres, en particular las rurales, como actoras estratégicas en la adaptación y la resiliencia climática.

4CNCC

Ambiente | IDEAM

Capítulo 2

Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas



2. Informe del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas, con desglose subnacional (departamental y municipal), elaborado con arreglo al Capítulo II de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1) y en virtud del Artículo 13.7(a) del Acuerdo de París.

AUTORES

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam

Elizabeth Patiño Correa	ORCID - ID: 0000-0002-4706-6408
Héctor William Moreno Quitían	ORCID - ID: 0009-0008-4790-8995
Leonardo Alfredo Pineda Pardo	ORCID - ID: 0000-0001-6645-6615
María Cecilia Cardona Ruiz	ORCID - ID: 0009-0006-1868-1846

Proyecto GEF CBIT "Transparencia Climática Colombia" (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Laura María Aranguren Niño	ORCID - ID: 0009-0003-8432-6824

Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Daniela María Bernal Escobar	ORCID - ID: 0000-0002-9886-248X
Derly Johana Londoño Hernández	ORCID – ID: 0000-0002-8733-5852
Diana Carolina Avella Ostos	ORCID – ID: 0009-0009-1045-1474
Fiorela López Uribe	ORCID – ID: 0009-0003-3421-8059
Jhonatan Andrés Arias Zapata	ORCID – ID: 0009-0004-7132-3285
Juan Pablo Castaño Correa	ORCID – ID: 0009-0009-3728-5023
Karen Ballesteros González	ORCID – ID: 0000-0003-2990-1024
Laura Carolina Niño Moreno	ORCID – ID: 0009-0001-9113-0454
Manuel Camilo Valencia Molina	ORCID – ID: 0000-0003-2324-8132
Sergio Andrés Garcés Jiménez	ORCID - ID: 0000-0002-1770-2135
Wendi Yurani Garzón Herrera	ORCID – ID: 0009-0009-1599-5403

COORDINACIÓN TÉCNICA DEL INVENTARIO DE EMISIONES Y ABSORCIONES ATMOSFÉRICAS

Daniela María Bernal Escobar
Elizabeth Patiño Correa
Laura María Aranguren Niño
Leonardo Alfredo Pineda Pardo
Sergio Andrés Garcés Jiménez

REVISORES DE PRIMERA PARTE

Departamento Nacional de Planeación

Camilo Álvarez-Espinosa

COLABORADORES

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam: Diego Roberto Rojas Neisa, Jesús Orlando Benavides Medina, María Cecilia Cardona Ruíz, Sandra Patricia Garzón Contreras, **Proyecto IDEAM-Ecopetrol-Fundación Natura:** Ana Isabel Sevillano Cárdenas, Diana Patricia Ramírez Aguilera, Edwin Stiven Rivera Velandia, Jaime Arturo Orejarena Cuartas, Jhenny Liliana Salgado Vásquez, Juan Gabriel Osorio Osuna, Luis Alejandro Sánchez Pulido, Silvia Juliana Morales Duarte, Yeraldin Roa Medina, Yuli Andrea Pedraza Lancheros, **Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD - Fundación Natura):** Juan Camilo Molina Betancur.



2.1. Resumen ejecutivo

Colombia gestiona el cambio climático dentro de un marco normativo que articula compromisos internacionales —la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París— con disposiciones nacionales como la Ley 1931 de 2018 y la Resolución 1447 de 2018 del Minambiente. En este marco, el país ha construido y actualizado periódicamente su Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas (INGEI), instrumento central para el seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero, carbono negro y contaminantes criterio, con miras a cumplir sus obligaciones de reporte bajo metodologías comparables e internacionalmente aceptadas (Ideam et al., 2024).

Desde 2001, Colombia ha presentado ante la CMNUCC tres Comunicaciones Nacionales, tres Informes Bienales de Actualización y un Informe Bienal de Transparencia, un proceso que ha evolucionado desde inventarios puntuales de años específicos hacia series de tiempo anuales cada vez más completas, incorporando progresivamente nuevas categorías y nuevos contaminantes. El presente informe se enmarca en la construcción del Segundo Informe Bienal de Transparencia y la Cuarta Comunicación Nacional, extendiendo la serie histórica al periodo 1990–2024 y presentando una síntesis de resultados nacionales y subnacionales que aporta tanto al reporte obligatorio del Segundo Informe Bienal de Transparencia como al análisis ampliado de la Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático bajo un árbol de categorías homologado entre las clasificaciones del IPCC y la Guía EMEP/EEA (Ideam et al., 2024).

La elaboración del INGEI es liderada técnica y científicamente por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), entidad adscrita al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), a través de su Grupo de Cambio Global, y se ejecuta mediante el Sistema Nacional del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas (SINGEI), componente del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC) encargado de recopilar, procesar, analizar y divulgar las estimaciones nacionales bajo un proceso estadístico homologado a la norma técnica del DANE (NTC PE 1000:2020) (Ideam, 2026; Pineda Pardo et al., 2025). Este proceso es de carácter colaborativo, con participación del sector público, privado, la academia y las autoridades ambientales, y cuenta con instancias de articulación y aprobación institucional: el Comité de Información Técnica y Científica de Cambio Climático (CITCCC), que facilita la coordinación interinstitucional bajo la secretaría técnica del Ideam, y la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), órgano del SISCLIMA responsable de revisar y aprobar las comunicaciones nacionales, los informes bienales de transparencia y los reportes del inventario conforme a las directrices del Acuerdo de París.

Colombia presenta el detalle de las estimaciones en el documento "**Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de Efecto Invernadero, Contaminantes Criterio y Carbono Negro (1990-2024)**", cuya síntesis asociada a los principales resultados, el detalle metodológico, las categorías clave, la estimación de la incertidumbre y recálculos se relaciona en el presente capítulo.

Dicho documento, somete bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), las Tablas de Reporte Común (CRT, por sus siglas en inglés), las cuales forman parte integral de este informe, en cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 4 y 12 de la CMNUCC y en el artículo 13 del Acuerdo de París.

Las estimaciones se realizan siguiendo las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de 2006 y sus refinamientos de 2019 para GEI. Por su parte las estimaciones de carbono negro y contaminantes criterio se realizan con base en la Guía para la estimación del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos (EMEP/EEA, 2019 y 2023). Asimismo, el reporte se elabora conforme a las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) establecidas en el Marco Reforzado de Transparencia (MRT) del Acuerdo de París, con las disposiciones descritas en la Decisión 18/CMA.1 y la Decisión 5/CMA.3.

Colombia no reporta información sobre emisiones indirectas de CO_2 y N_2O derivadas de fuentes distintas de los sectores de agricultura y silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF), lo cual se documenta mediante las claves de notación y justificaciones correspondientes en el documento "**Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de Efecto Invernadero, Contaminantes Criterio y Carbono Negro (1990-2024)**."

Estos inventarios permiten evaluar el impacto de las actividades humanas sobre la atmósfera, identificando los sectores, fuentes y actividades que emiten y absorben GEI, contaminantes criterio y CN, con el fin de desarrollar políticas, estrategias y medidas de mitigación efectivas. También contribuyen a la implementación de mejores tecnologías, prácticas y procesos, basados en datos científicos para la toma de decisiones.

La Figura 2-1 presenta la tendencia de emisiones netas de GEI de Colombia entre 1990 y 2024:

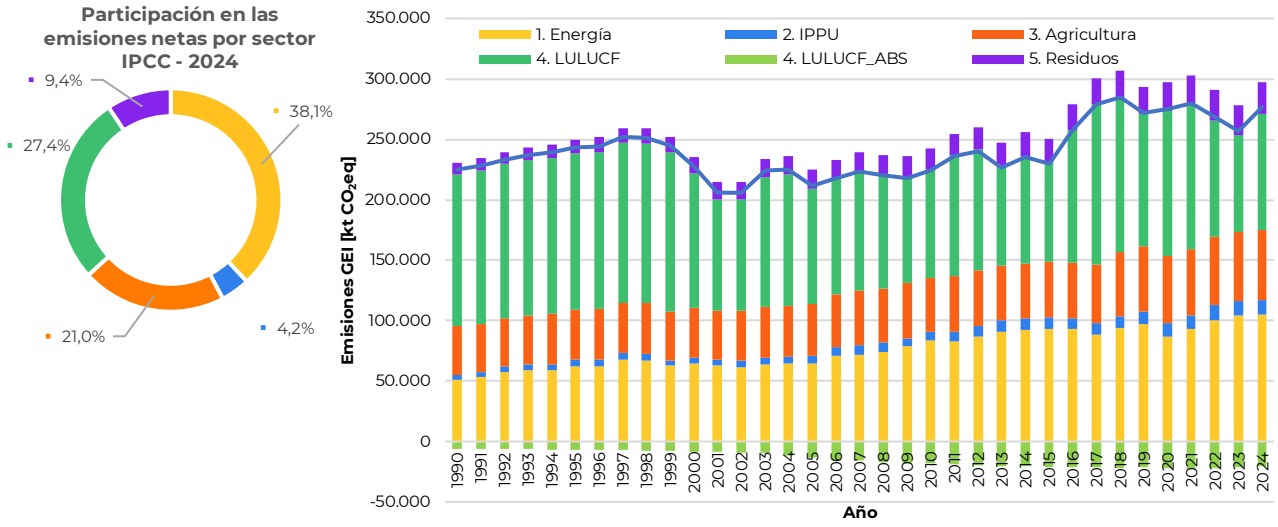


Figura 2-1. Tendencia de las emisiones y absorciones de Colombia (1990-2024) [kt CO_2eq]

Fuente. Elaboración propia.

Para el año 2024, las emisiones netas de gases de efecto invernadero fueron de 276.732,8 kt CO_2eq, mientras que en 1990 fueron de 225.030,4 kt CO_2eq. Esto representa un aumento del 23,0 % durante el periodo 1990-2024. Por su parte, las emisiones brutas pasaron de 230.777,1 kt CO_2eq en 1990 a 297.058,7 kt CO_2eq en 2024, lo que equivale a un incremento del 28,7%.

Al excluir el sector de LULUCF, las emisiones netas aumentaron de 104.976,3 kt CO_2eq en 1990 a 200.991,0 kt CO_2eq en 2024, con un crecimiento del 91,5 %. Este comportamiento evidencia la importancia de los sectores de energía, agricultura, IPPU y residuos en la evolución de las emisiones nacionales, especialmente cuando se analiza la trayectoria de las emisiones sin considerar las dinámicas de absorción y emisión asociadas al uso de la tierra.

En términos de gases, las emisiones netas de CO_2 aumentaron un 5,6 %, pasando de 168.295,7 kt CO_2eq en 1990 a 177.796,0 kt CO_2eq en 2024. Las emisiones de CH_4 aumentaron un 65,8 %, al pasar de 50.690,0 kt CO_2eq a 84.030,4 kt CO_2eq, mientras que las emisiones de N_2O crecieron un 63,5 %, pasando de 6.003,0 kt CO_2eq a 9.812,4 kt CO_2eq. Por su parte, los gases fluorados pasaron de 41,7 kt CO_2eq en 1990 a 5.094,0 kt CO_2eq en 2024, reflejando la creciente relevancia del uso de sustancias sustitutas de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, especialmente en aplicaciones de refrigeración, climatización y aire acondicionado.

A nivel sectorial, el mayor aporte a las emisiones netas en 2024 corresponde al sector energía, con 105.306,2 kt CO_2eq, equivalente al 38,1 % del total nacional. Le siguen LULUCF, con 75.741,8 kt CO_2eq y una participación del 27,4 %; agricultura, con 58.033,4 kt CO_2eq y el 21,0 %; residuos, con 25.982,2 kt CO_2eq y el 9,4 %; e IPPU, con 11.669,2 kt CO_2eq y el 4,2 %.

Dentro del sector energía, las emisiones se explican principalmente por las actividades de quema de combustibles, que en 2024 alcanzaron 95.756,1 kt CO_2eq, y por las emisiones fugitivas de combustibles, con 9.550,1 kt CO_2eq. En agricultura, la principal fuente corresponde a la fermentación entérica, con 47.131,3 kt CO_2eq, seguida por los suelos agrícolas y la gestión del estiércol. En el sector de LULUCF, las mayores contribuciones netas se asocian con tierras forestales y pastizales, mientras que en residuos destacan la eliminación de residuos sólidos y el tratamiento y eliminación de aguas residuales.

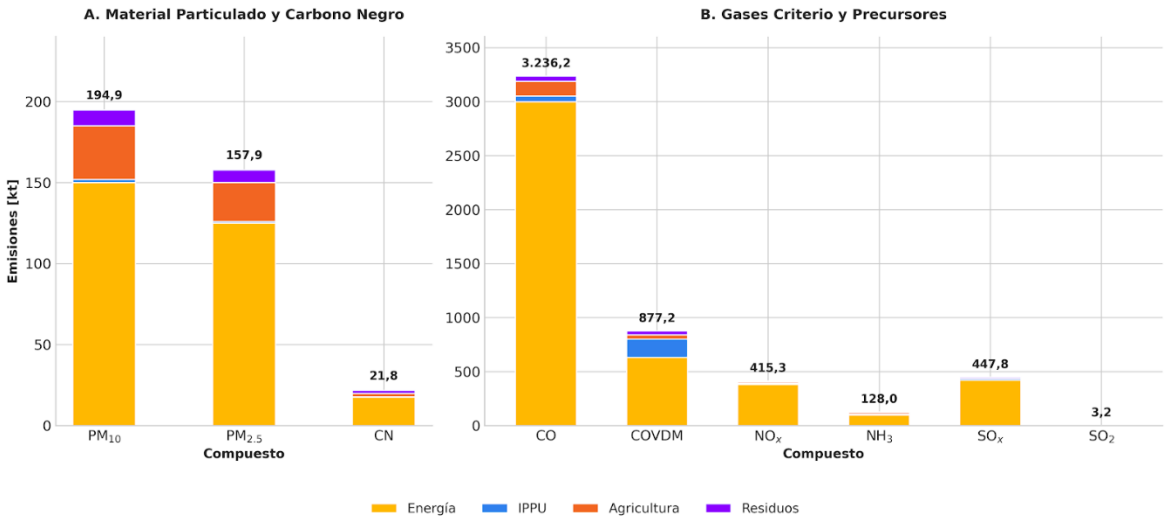


Figura 2-2. Emisiones de carbono negro y contaminantes criterio (2024) [kt de contaminante]

Fuente. Elaboración propia.

En relación con los contaminantes criterio y el carbono negro, entre 1990 y 2024 se observan incrementos en la mayoría de los contaminantes evaluados. Las emisiones de COVDM pasaron de 358,2 kt a 877,2 kt, con un aumento del 144,9 %. Las emisiones de CO aumentaron de 1.640,2 kt a 3.236,2 kt, equivalente a un incremento del 97,3 %. Las emisiones de NO_X pasaron de 167,9 kt a 415,4 kt, con un aumento del 147,3 %, mientras que las emisiones de SO_X crecieron de 156,6 kt a 447,8 kt, lo que representa un incremento del 186,0 % (Ver Figura 2-2).

En cuanto al material particulado, las emisiones de PM_{10} aumentaron de 166,4 kt en 1990 a 194,9 kt en 2024, con un crecimiento del 17,2 %. Las emisiones de $PM_{2.5}$ pasaron de 146,2 kt a 157,9 kt, equivalente a un aumento del 8,0 %. Por su parte, las emisiones de carbono negro aumentaron de 15,5 kt en 1990 a 21,8 kt en 2024, lo que representa un incremento del 40,9 %. Las emisiones de NH_3 también presentaron un crecimiento relevante, al pasar de 70,7 kt a 128,0 kt, con un aumento del 81,0 %. En contraste, las emisiones de SO_2 se mantuvieron prácticamente estables, con una leve reducción del 0,5 %.

Para 2024, el sector energía concentra la mayor parte de las emisiones de carbono negro, con el 94,71 % del total nacional, así como de CO, NO_X, PM_{10}, $PM_{2.5}$,

SO_X y COVDM. En el caso del NH_3, el principal aporte corresponde al sector agricultura, con el 79,4 % del total nacional, asociado principalmente con la gestión del estiércol y otras actividades agropecuarias. Estos resultados muestran que las estrategias de mitigación y gestión de calidad del aire deben considerar de manera integrada las fuentes energéticas, agropecuarias, industriales y de residuos, reconociendo sus diferentes contribuciones según el contaminante analizado.

Las causas de este comportamiento pueden consultarse en detalle en los capítulos del documento: "**Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de Efecto Invernadero, Contaminantes Criterio y Carbono Negro (1990-2024)".**

Respecto al BTR1, el presente ciclo amplía la serie temporal hasta 2024 y actualiza la información disponible para años recientes. Cuando se presentan cambios en la serie histórica, estos responden a actualizaciones de datos de actividad, factores de emisión, mejoras metodológicas o procesos de recálculo documentados en el documento "Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de Efecto Invernadero, Contaminantes Criterio y Carbono Negro (1990-2024)."

2.2. Descripción metodológica

En el inventario de emisiones y absorciones atmosféricas de Colombia para las estimaciones de GEI se emplean las Directrices del IPCC del 2006 y su refinamiento al 2019. Mientras que para las estimaciones de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio se aplica la Guía de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA (2019 y 2023).

El Sistema Nacional del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas (SINGEI), cuenta con un árbol de categorías unificado y homologado para las estimaciones del inventario a través de un único ciclo de ejecución.

El proceso de ejecución del inventario se encuentra alineado a las fases del proceso estadístico de la NTC PE:1000 (2020) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y a cada una de las etapas descritas de un ciclo del inventario por parte del IPCC.

El inventario presenta las estimaciones para los siguientes sectores IPCC:

1. Energía
2. Procesos industriales y uso de productos
3. Agricultura
4. Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra
5. Residuos

Involucrando los siguientes contaminantes:

- **GEI:** CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, $SF_6$3.
- **Carbono negro y contaminantes criterio:** CN, CO, COVDM, PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_x, NH_3, SO_x, SO_2.

Asimismo, la evaluación de la incertidumbre se realiza siguiendo la metodología de propagación del error descrita en el Volumen 1, Capítulo 3 de las Directrices IPCC 2006. Mientras que el análisis de categorías clave por el método de aproximación 1 y 2 (nivel y tendencia), se realiza de acuerdo con el Volumen 1, Capítulo 3 del Refinamiento IPCC 2019.

Es importante resaltar que para el ciclo de reporte del BTR2+4CNCC, Colombia no aplicó a ninguna de las flexibilidades descritas en la Decisión 18/CMA.1.

Para más información consulte el **Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de Efecto Invernadero, Contaminantes Criterio y Carbono Negro (1990-2024)**, que se presenta junto con la Comunicación Nacional de Cambio Climático y el Segundo Informe Bienal de Transparencia y que hace parte integral de la misma.

2.3. Resultados del inventario subnacional de emisiones y absorciones atmosféricas

Colombia a través del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) ha realizado esfuerzos para optimizar el inventario nacional y construir la primera versión de los inventarios subnacionales desde 1990 a 2024. Estos resultados deben interpretarse como estimaciones para la planificación y toma de decisiones, sujetas a distintos niveles de incertidumbre según la disponibilidad de datos y el enfoque de desagregación y metodología (top-down/bottom-up) utilizado.

El país posee una división político-administrativa de acuerdo con la Constitución Política de 1991 en 32 departamentos y más de 1.100 municipios. Estos departamentos, para fines de inventario los hemos relacionado desde el SINGEI con 6 regiones por tipo de bioma y con las autoridades ambientales, que tienen como objetivo principal proteger y conservar el medio ambiente y los recursos naturales para garantizar el desarrollo sostenible del país. Para lograrlo, regulan el ordenamiento territorial y formulan políticas públicas de conservación, abarcando bajo su jurisdicción ciertos municipios del país para facilitar la gestión.

3 En Colombia no se realiza estimación de emisiones de NF3 ya que en el país no hay fabricación de paneles solares, pantallas plasma y/o semiconductores. Por lo tanto, tiene asignación de clave de notación "NO".

Por lo tanto, el inventario subnacional presenta las emisiones y absorciones atmosféricas a escala: regional, departamental, municipal, por autoridad y por sector cartera. Este último se construye a través de la asignación de las estimaciones de las categorías del árbol del SINGEI a cada cartera ministerial bajo consenso y aprobación en el comité de la CICC.

La desagregación del inventario implica la identificación del tipo de información disponible, es decir, realizar un sondeo para determinar si los datos de actividad y los factores de emisión se encuentran en escala nacional, municipal, departamental o regional, para a partir de ellos realizar su desglose desde la escala nacional con un enfoque top-down (arriba hacia abajo) o bottom-up (abajo hacia arriba).

El enfoque de arriba hacia abajo se centra en definir desde el punto de vista sectorial los drivers de proporción para llevar las emisiones nacionales, regionales o departamentales a escala municipal, caso contrario con el enfoque abajo hacia arriba con el que las estimaciones ya se encuentran desagregadas. La precisión de los resultados subnacionales depende del tipo de información disponible y del método aplicado en cada categoría.

Una vez se tiene todo el inventario estimado a escala municipal, con ayuda del insumo de regionalización (construido a partir de la DIVIPOLA del DANE y el mapa de regiones por tipo de bioma del IGAC) que presenta la relación entre regiones, departamentos, municipios y autoridades ambientales, se procede a administrar las relaciones entre estos niveles de desagregación para generar los diferentes tipos de inventario con ayuda de códigos en R.

En el siguiente enlace (GEI, Carbono negro y contaminantes criterio) puede consultar la visualización de los resultados y en las siguientes secciones se presenta un resumen de los datos obtenidos:

2.3.1. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas por sector cartera

Las fuentes de emisión y absorción de sectores IPCC cuentan con una asignación de carteras ministeriales para la gestión del cambio climático y cumplimiento de metas climáticas del país, la cual fue avalada por la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) mediante el Acuerdo 16 del 11 de diciembre de 20254.

4 El Acuerdo 016 de 2025 de la CICC puede consultarse en: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2026/03/Acuerdo-16-XXI-Sesio%C2%B4n-ordinari-27-01-2026.pdf.
El anexo de homologación entre las categorías del IPCC y sectores cartera puede consultarse en: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2026/04/Homologacion-IPCC-Sectorial.pdf.

Esta asignación tiene fines de análisis, coordinación y gestión sectorial, y no modifica la clasificación oficial por sectores IPCC. A partir de los resultados obtenidos a nivel nacional del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas, el diagrama de Sankey presentado en la Figura 2-4, muestra la relación entre las categorías de emisiones, las carteras ministeriales y los GEI para el año 2024.

Las emisiones del sector de energía tienen participación mayoritariamente en las carteras de transporte (Mintransporte) y minas y energía (Minenergía), seguido por el sector industrial (Mincomercio), saneamiento básico (Minvivienda) y agropecuario (Minagricultura).

El uso de sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO), tiene una participación considerable en las emisiones del sector ambiente (Minambiente). Mientras que las emisiones por tierras forestales y tierras de cultivo tienen una contribución importante en la bolsa común de Deforestación. También se resalta la participación de pastizales, humedales y otras tierras en la gestión de tierras forestales dentro de Minagricultura.

La Figura 2-3 presenta las emisiones por sector cartera para el año 2024:

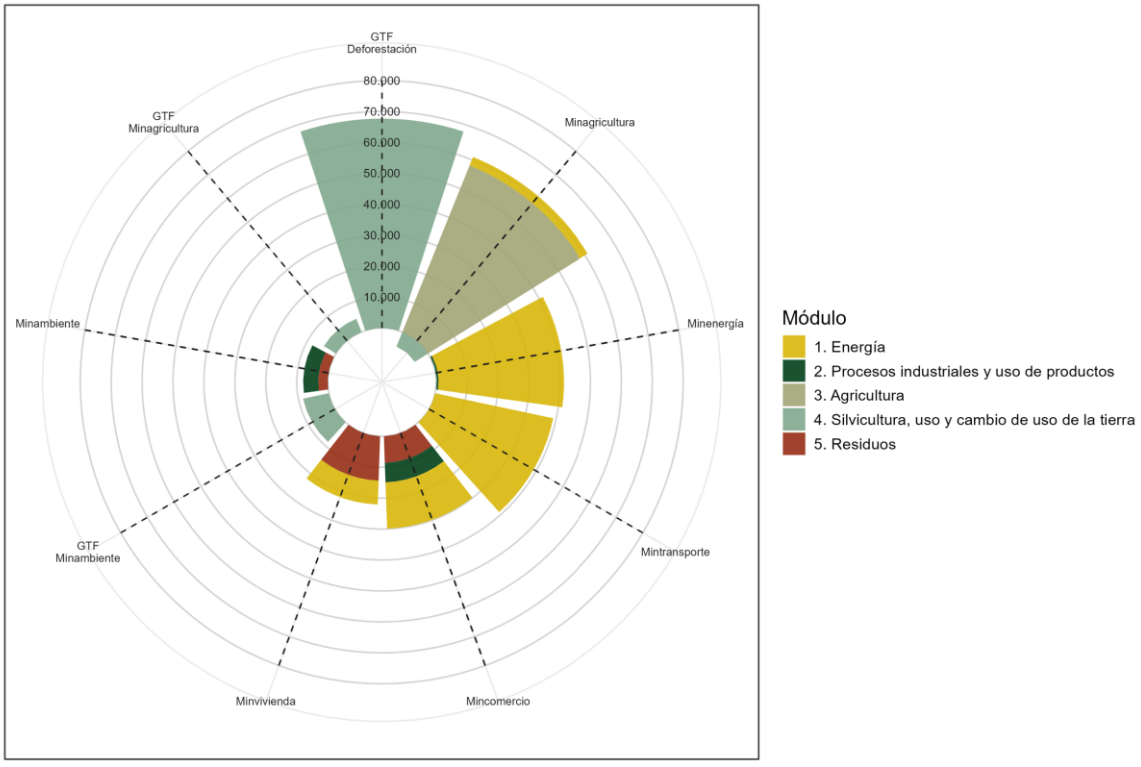


Figura 2-3. Emisiones por sector cartera y su relación con los sectores IPCC (2024) [kt CO_2eq]

Fuente. Elaboración propia.

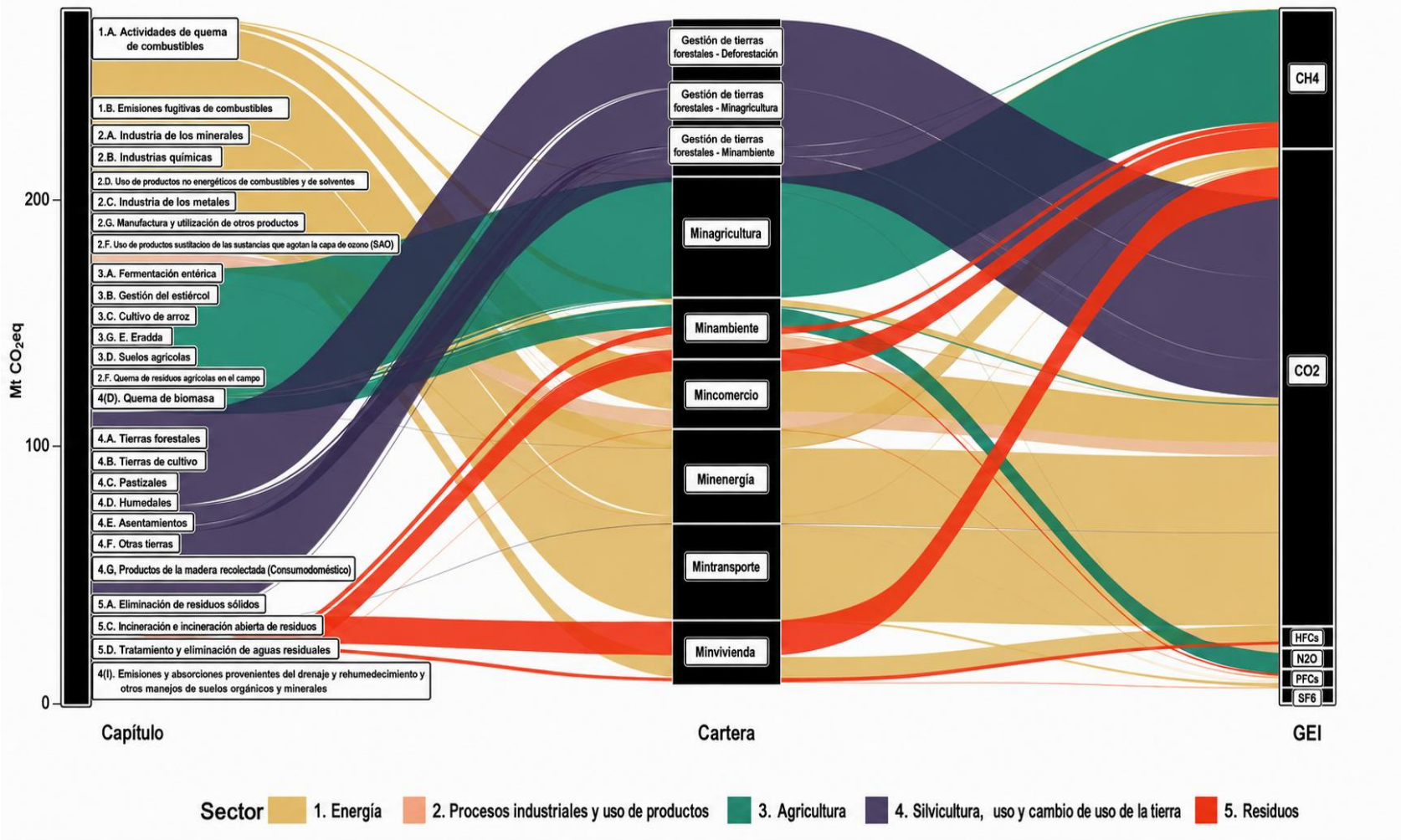


Figura 2-4. Diagrama de Sankey por sector cartera (2024) [kt CO_2eq]5

Fuente. Elaboración propia.

5 Para efectos del análisis de sectores cartera, se separan las emisiones de gestión de tierras forestales asignadas a Minambiente y Minagricultura, con la intención de reforzar la responsabilidad y relevancia compartida en la gestión de tierras forestales incluyendo su degradación, deforestación, incendios y cambios a otras tierras bajo el método de pérdidas y ganancias.

De acuerdo con la figura anterior, en el 2024 se resaltan las emisiones por Deforestación, las emisiones del sector agropecuario (Minagricultura), minas y energía (Minenergía) y transporte (Mintransporte). Lo cual está estrechamente relacionado con la tendencia de las emisiones por sector IPCC en donde predominan las emisiones del sector transporte e industrias de la energía y las emisiones por la deforestación y el uso y cambio de uso de la tierra.

La Figura 2-5 presenta la participación de las emisiones por GEI por sector cartera en 2024:

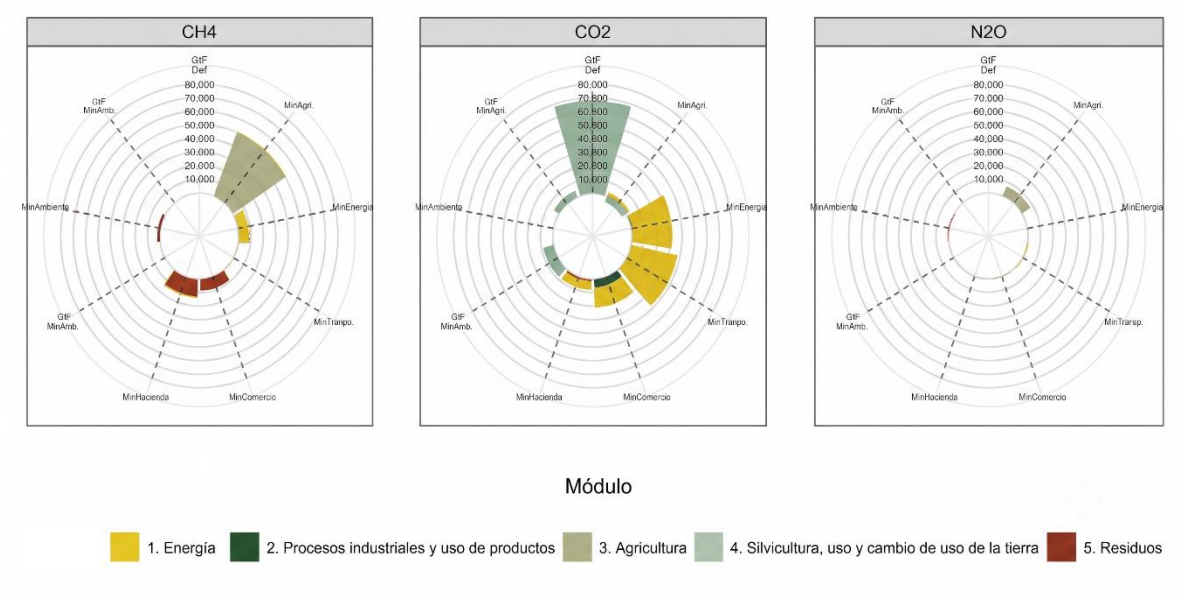
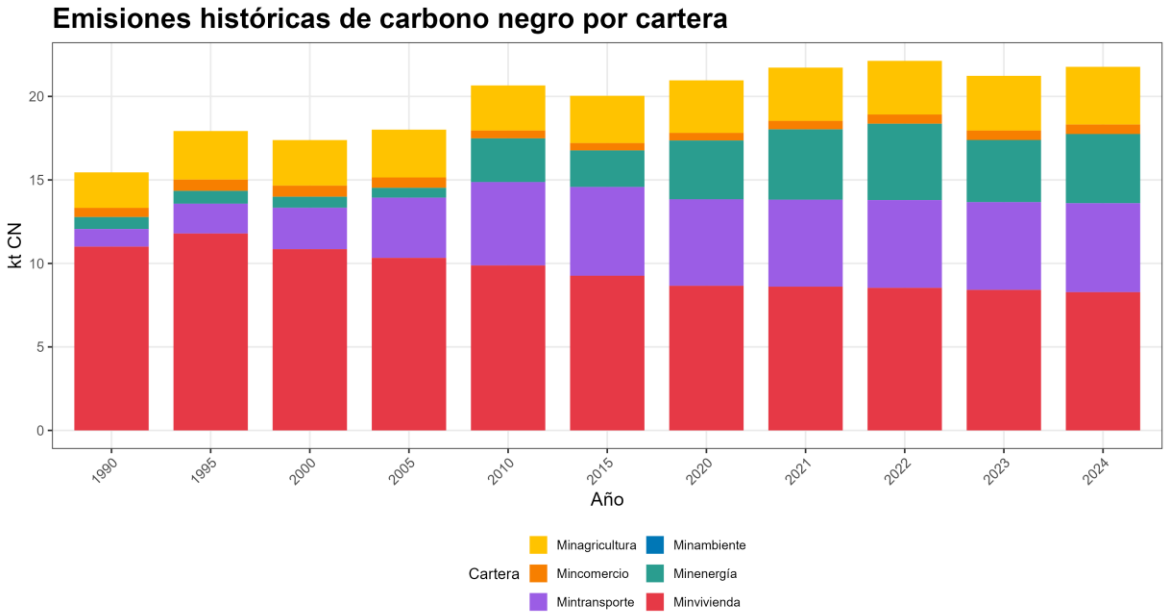


Figura 2-5. Emisiones GEI por sector cartera (2024) [kt CO_2eq]

Fuente. Elaboración propia.

En las emisiones de CO_2 se resalta la cartera de Deforestación, Minenergía y Mintransporte. En las emisiones de CH_4 se resalta la participación de Minagricultura, Minvivienda, Mincomercio y Minenergía. En las emisiones de N_2O se resalta la participación de Minagricultura.

Por otra parte, la Figura 2-6 presenta la tendencia de las emisiones de CN por sector cartera, donde se observa que la cartera de Minvivienda (8,3 kt CN; 38,1 %) lidera la participación en las emisiones de CN, gracias al consumo de combustibles en el sector residencial, le sigue Mintransporte (5,3 kt CN; 23,9 %) con las emisiones asociadas a los procesos de combustión en el transporte terrestre y Minenergía (4,1 kt CN; 18,8 %) con la generación de energía térmica. Adicionalmente se evidencia la importancia de las emisiones del sector IPCC de energía en las emisiones de CN.



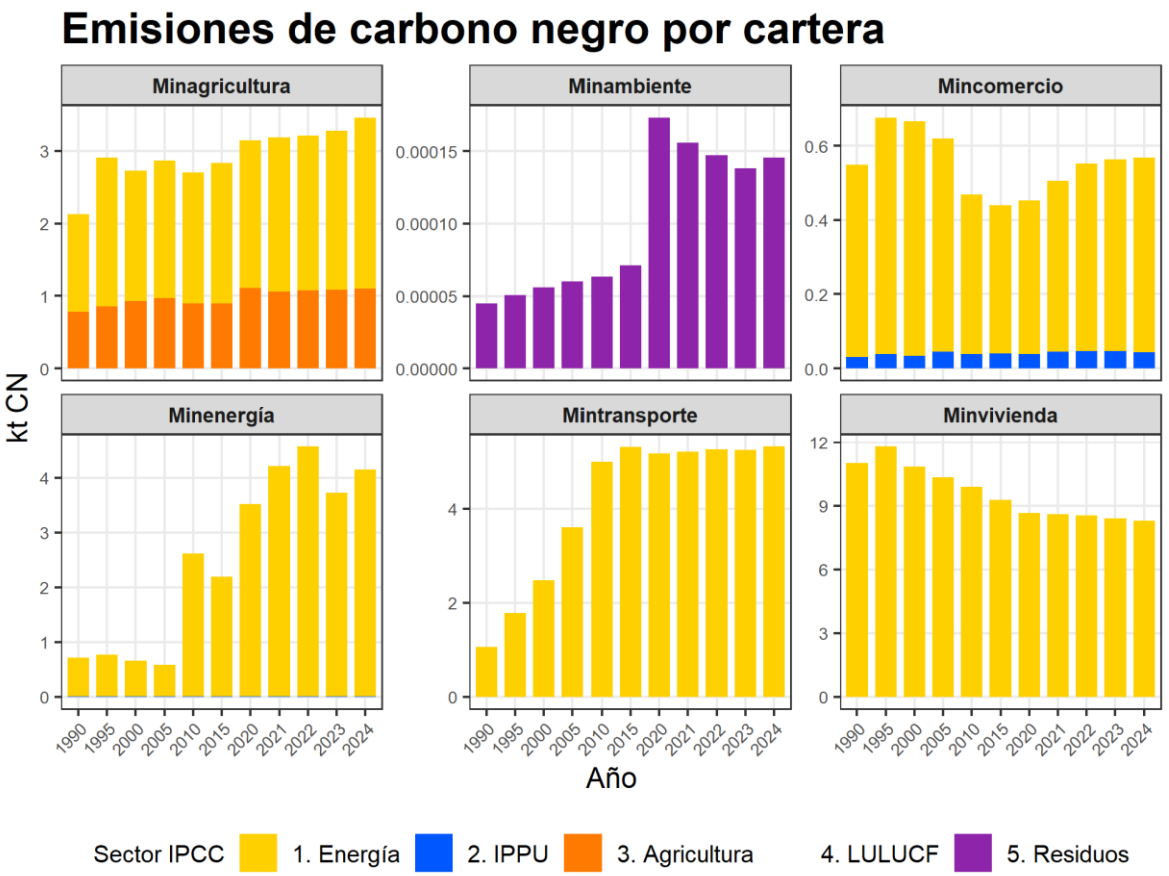


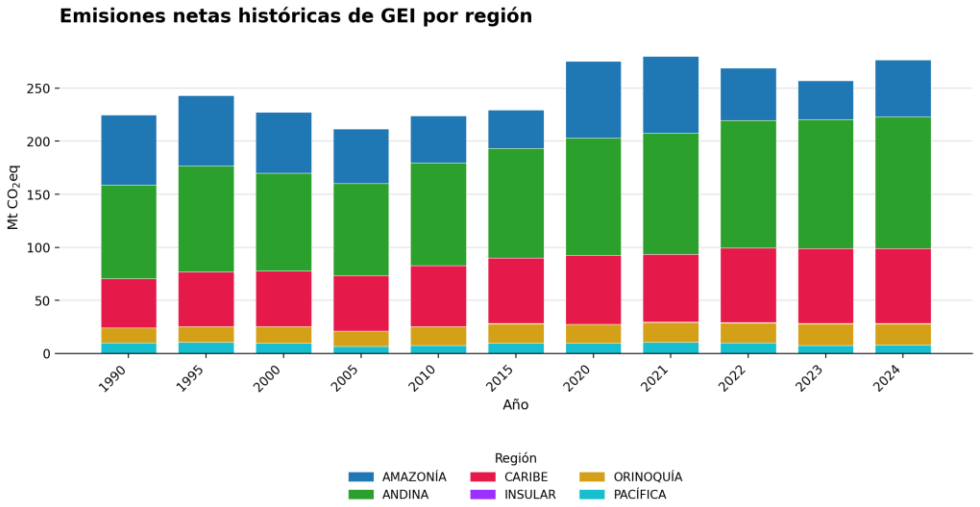
Figura 2-6. Tendencia de las emisiones de CN por sector cartera (1990-2024) [kt CN]

Fuente. Elaboración propia.

2.3.2. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas regional

La Figura 2-7 presenta la tendencia de las emisiones netas de GEI por región por tipo de bioma:

a.



b.

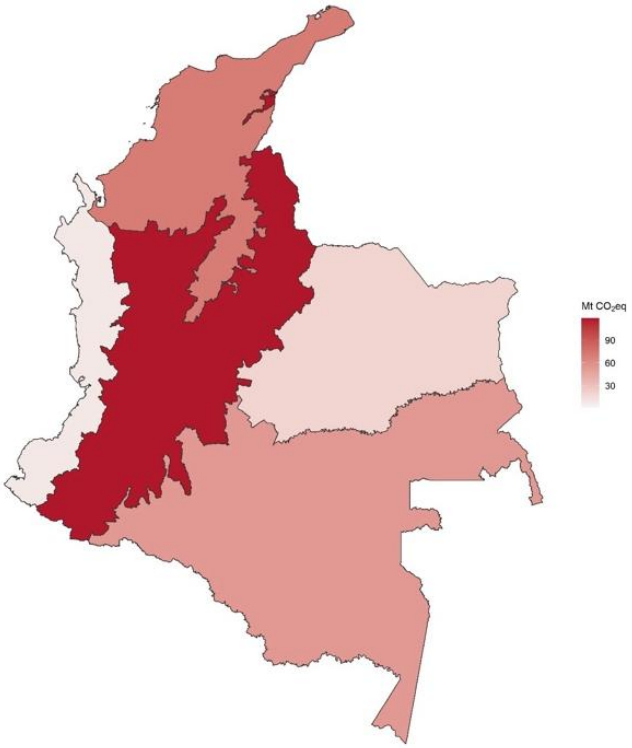


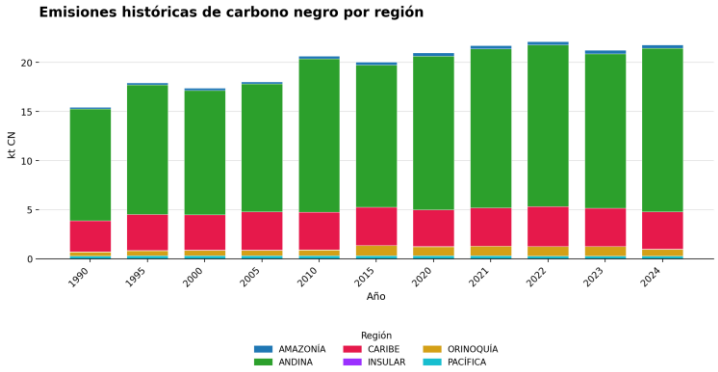
Figura 2-7. a. Tendencia de emisiones netas de GEI por región por tipo de bioma de Colombia (1990-2024) [Mt CO_2eq]. b. Mapa de emisiones netas de GEI por región por tipo de bioma de Colombia (2024)

Fuente. Elaboración propia.

De la figura anterior, se aprecia que las mayores emisiones netas del año 2024 se obtienen en la región Andina con 123,9 Mt CO_2eq (44,8 % de las emisiones netas nacionales), seguida por la región Caribe (70,7 Mt CO_2eq) con 25,6 % y Amazonía (53,7 Mt CO_2eq) con 19,4 %. En la región Andina y Caribe predominan las emisiones del sector energía, mientras que en la región Amazonía predominan las emisiones del sector LULUCF.

De forma similar, la Figura 2-8 presenta las emisiones por región por tipo de bioma para CN:

a.



b.

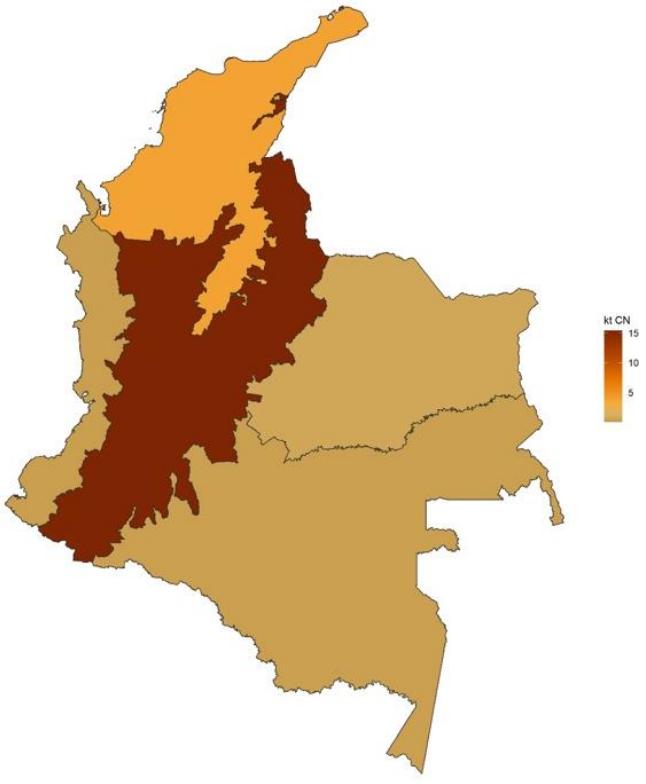


Figura 2-8. Tendencia de emisiones de CN por región por tipo de bioma de Colombia (1990-2024) [kt CN]. b. Mapa de emisiones de CN por región por tipo de bioma de Colombia (2024)

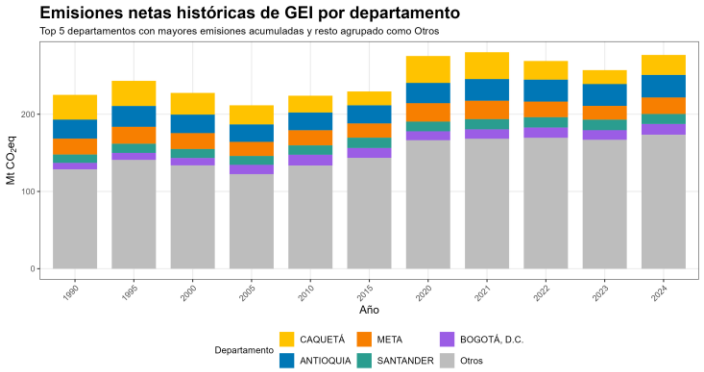
Fuente. Elaboración propia.

Las regiones que generan mayor aporte a la atmósfera de las emisiones de CN son: Andina (16,6 kt CN) y Caribe (3,8 kt CN), que contribuyen al 76,1 % y 17,4 % de las emisiones del país (21,8 kt CN), con una participación mayoritaria del sector de energía.

2.3.3. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas departamental

La Figura 2-9 presenta las principales emisiones netas por departamento nacional:

a.



b.

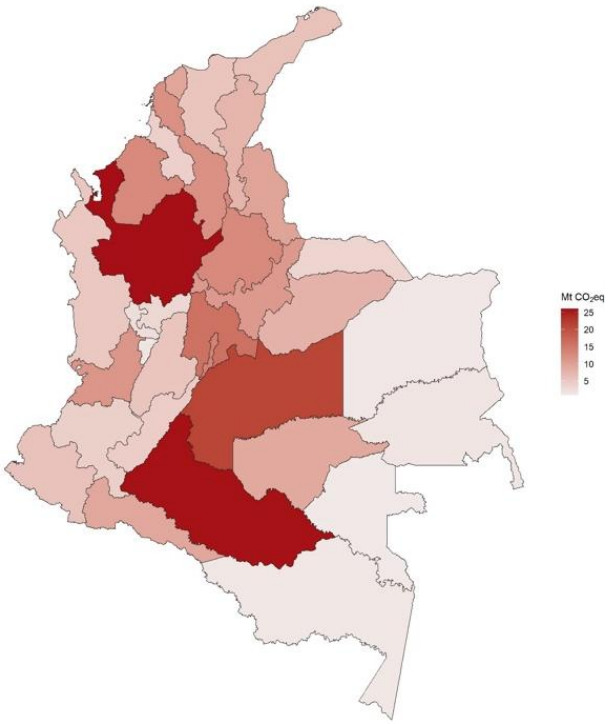


Figura 2-9. a. Tendencia de emisiones netas de GEI por departamento de Colombia (1990-2024) [Mt CO_2eq]. b. Mapa de emisiones netas de GEI por departamento de Colombia (2024)

Fuente. Elaboración propia.

Los departamentos con mayores emisiones netas de GEI son: Antioquia (29,2 Mt CO_2eq; 10,1 %), Caquetá (25,9 Mt CO_2eq; 9,4 %) y Meta (21,4 Mt CO_2eq; 7,7 %). Antioquia posee municipios en la región Andina, Caribe y Pacífica. Caquetá posee municipios en la región Andina y la Amazonía y Meta posee municipios en la región Andina, la Amazonía y la Orinoquía. En el departamento de Antioquia predominan las emisiones de Energía, LULUCF y Agricultura. Mientras que en Caquetá y Meta son predominantes las emisiones de LULUCF. Por otro lado, las emisiones de carbono negro se distribuyen por departamento como se muestra a continuación:

a.

b.

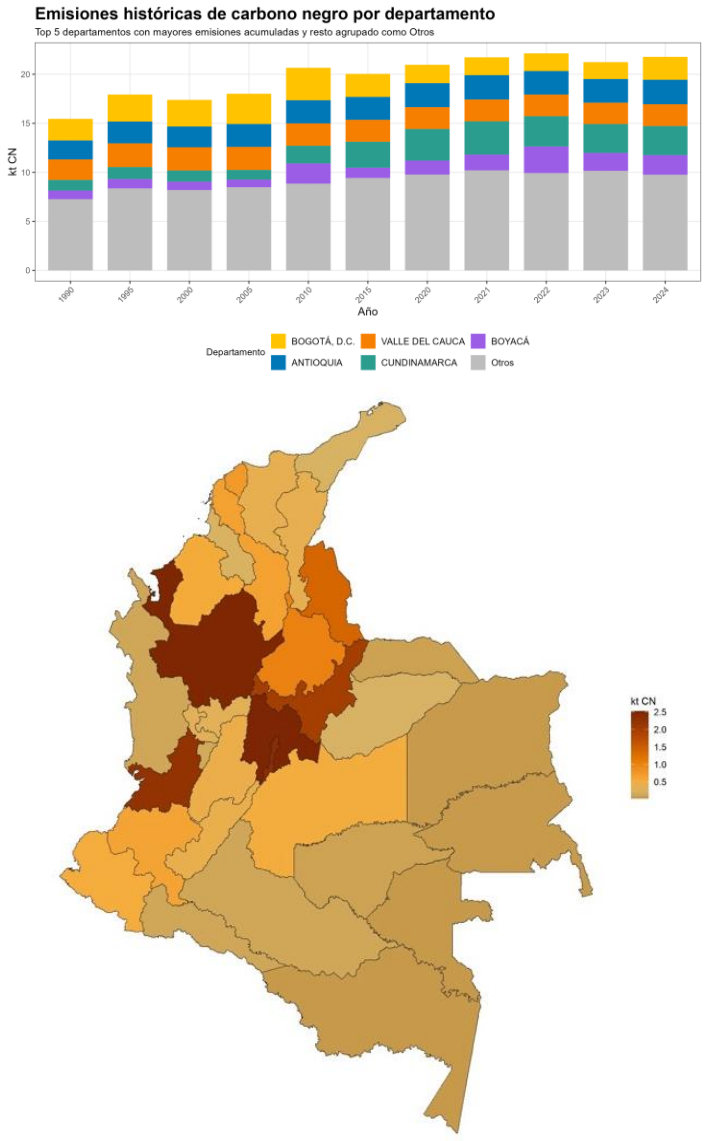


Figura 2-10. a. Tendencia de emisiones de CN por departamento de Colombia (1990-2024) [kt CN]. b. Mapa de emisiones de CN por departamento de Colombia (2024)

Fuente. Elaboración propia.

Los departamentos que aportan las mayores emisiones de CN en Colombia son: Cundinamarca (3,0 kt CN), Antioquia (2,5 kt CN) y Bogotá (2,3 kt CN) con participaciones entre 13,8 % y 10,6 %.

2.3.4. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas municipal

La Figura 2-11 presenta las principales emisiones por municipio de Colombia:

a.

b.

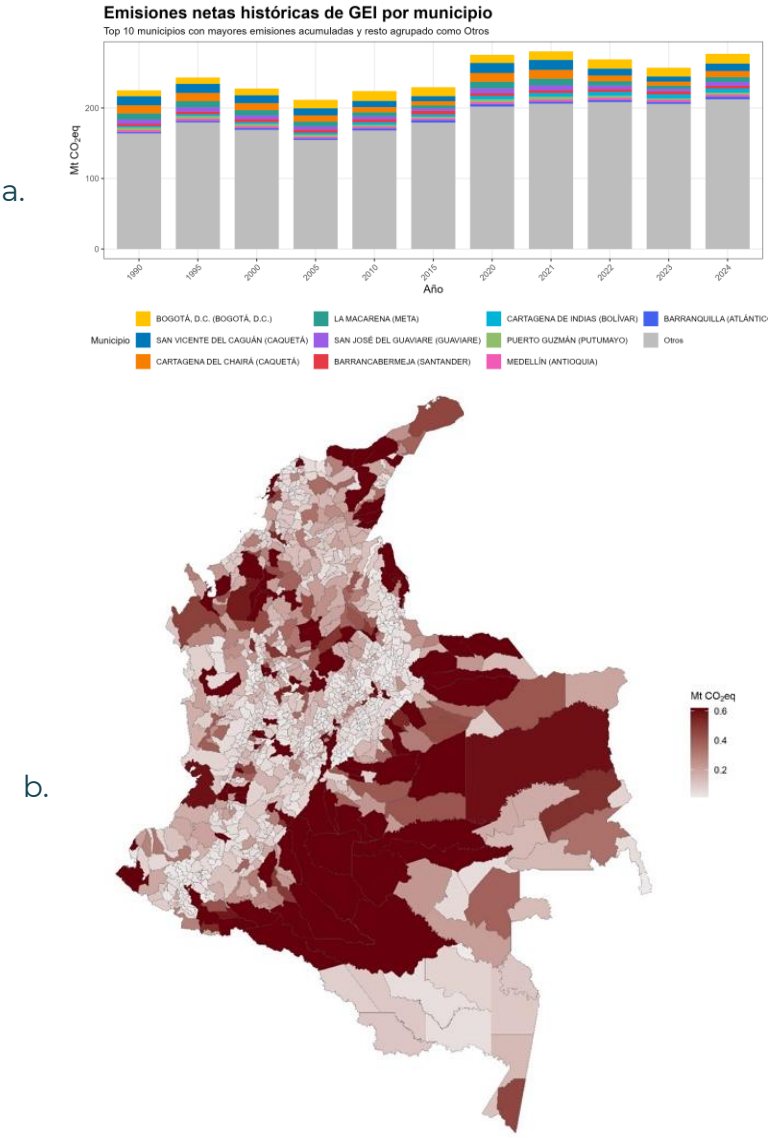


Figura 2-11. a. Tendencia de emisiones netas de GEI por municipio de Colombia (1990-2024) [Mt CO_2eq]. b. Mapa de emisiones netas de GEI por municipio de Colombia (2024)

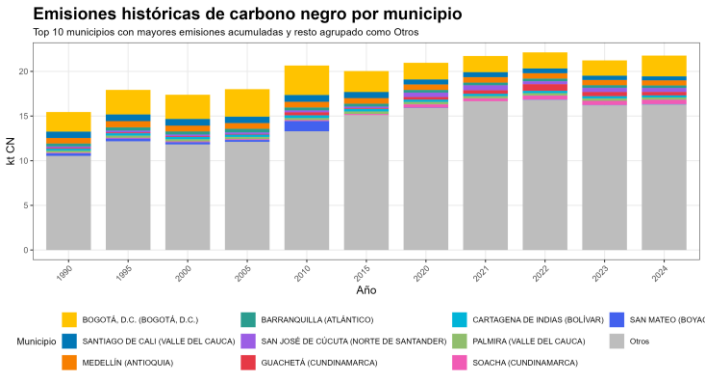
Fuente. Elaboración propia.

Bogotá como Distrito Capital, presenta las mayores emisiones netas por municipio con 13,9 Mt CO_2eq (5,0 %), seguido por San Vicente del Caguán con 10,4

Mt CO_2eq (3,8 %) y Cartagena del Chairá con 8,7 Mt CO_2eq (3,1 %), ambos municipios pertenecientes al departamento de Caquetá.

La Figura 2-12 presenta la tendencia de las emisiones de CN por municipio:

a.



b.

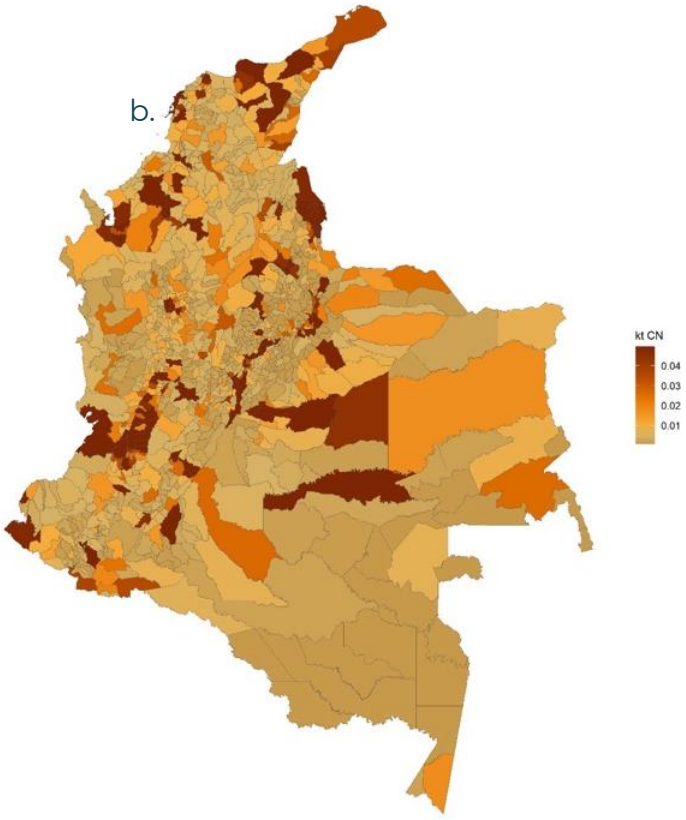


Figura 2-12. a. Tendencia de emisiones de CN por municipio de Colombia (1990-2024) [kt CN]. b. Mapa de emisiones de CN por municipio de Colombia (2024)

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con la figura anterior, Bogotá (2,3 kt CN) presenta el mayor aporte de emisiones seguido por Medellín (0,6 kt CN), Soacha (0,5 kt CN) y Santiago de Cali

(0,4 kt CN). Bogotá tiene una participación de 10,5 %, mientras Medellín, Soacha y Santiago de Cali no superan una participación de 1,8 %.

2.3.5. Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas por autoridad ambiental

La Figura 2-13 presenta las emisiones netas de GEI por autoridad ambiental en Colombia:

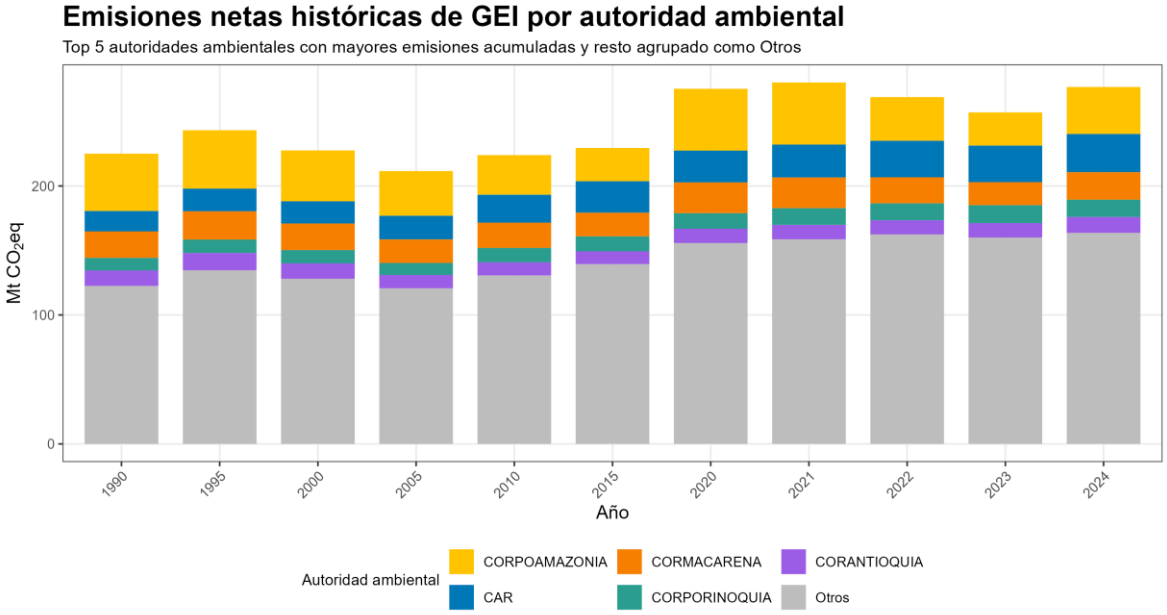


Figura 2-13. Tendencia de emisiones netas de GEI por autoridad ambiental de Colombia (1990-2024) [Mt CO_2eq].

Fuente. Elaboración propia.

En términos generales, se observa que Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonía (CORPOAMAZONIA), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial La Macarena (CORMACARENA), Corporación Autónoma regional de La Orinoquía (CORPORINOQUIA) y Corporación Autónoma regional del centro de Antioquia (CORANTIOQUIA) concentran una fracción relevante de las emisiones acumuladas, aunque el conjunto de las demás autoridades ambientales mantiene la mayor participación agregada dentro del total nacional.

CORPOAMAZONIA posee municipios pertenecientes a los departamentos del Caquetá, Putumayo y Amazonía, incluyendo a San Vicente del Caguán y Cartagena del Chairá. La CAR por su parte abarca las emisiones de Bogotá D.C.

La Figura 2-14 presenta las emisiones de carbono negro por autoridad ambiental:

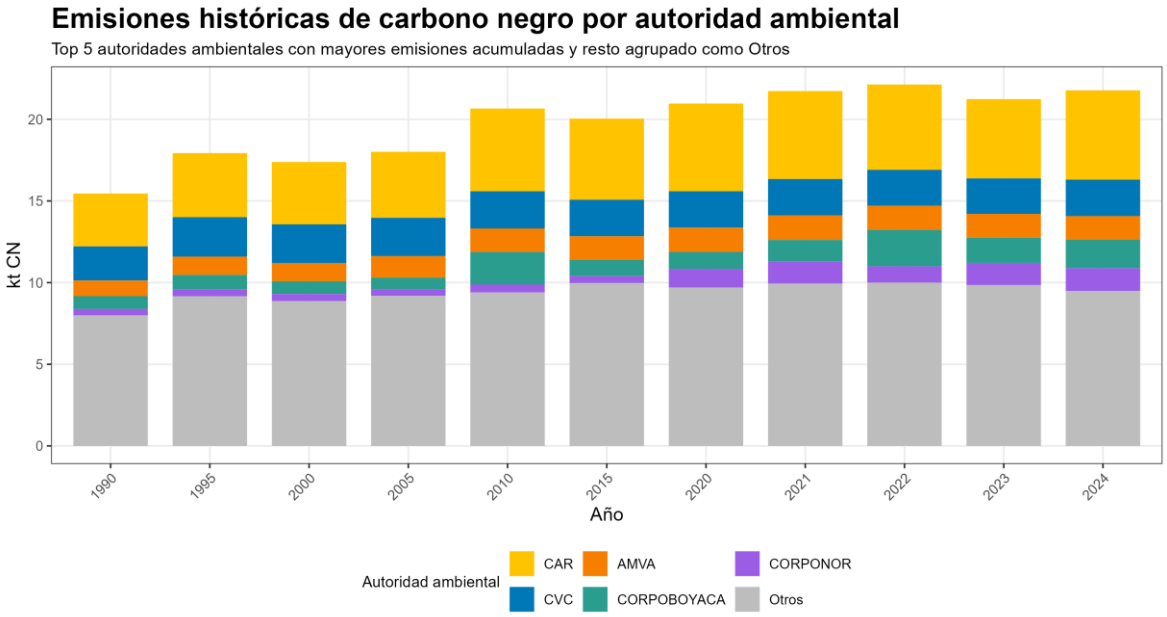


Figura 2-14. Tendencia de emisiones de CN por autoridad ambiental de Colombia (1990-2024) [kt CN].

Fuente. Elaboración propia.

La CAR lidera la participación en las emisiones de CN con 5,5 kt CN (25,2 %), contemplando dentro de su jurisdicción las emisiones de Bogotá DC (2,3 kt CN). Seguida por la participación de la Corporación Autónoma regional del Valle del Cauca (CVC) con 2,2 kt CN (10,1 %), que alberga las emisiones de Santiago de Cali (0,4 kt CN).

2.3.6. Indicadores de intensidad

La evolución de los indicadores nacionales entre 1990 y 2024 muestra tendencias clave en la dinámica climática del país: las **emisiones totales y netas de GEI per cápita** (Figura 2-15) exhiben una disminución general desde los años noventa —pasando de cerca de 7,0 a valores cercanos a 5,5 tCO2eq/habitante— con fluctuaciones recientes y una brecha constante que evidencia el papel de sumidero de los bosques y ecosistemas. Por su parte, las **emisiones de carbono negro per cápita** (Figura 2-16) presentan una tendencia general a la baja, reduciéndose desde aproximadamente 4,6E-04 t CN/habitante en 1990 hasta niveles ligeramente superiores a 4,0E-04 hacia 2024. Finalmente, la **relación entre las emisiones y el producto interno bruto nacional** (Figura 2-17) refleja un desacoplamiento progresivo entre 2005 y 2024, evidenciado en una reducción sostenida de la intensidad de emisiones por cada peso de riqueza producida, la cual ha descendido desde valores superiores a 410 hasta niveles cercanos a 280 t CO2eq/miles de millones de pesos.

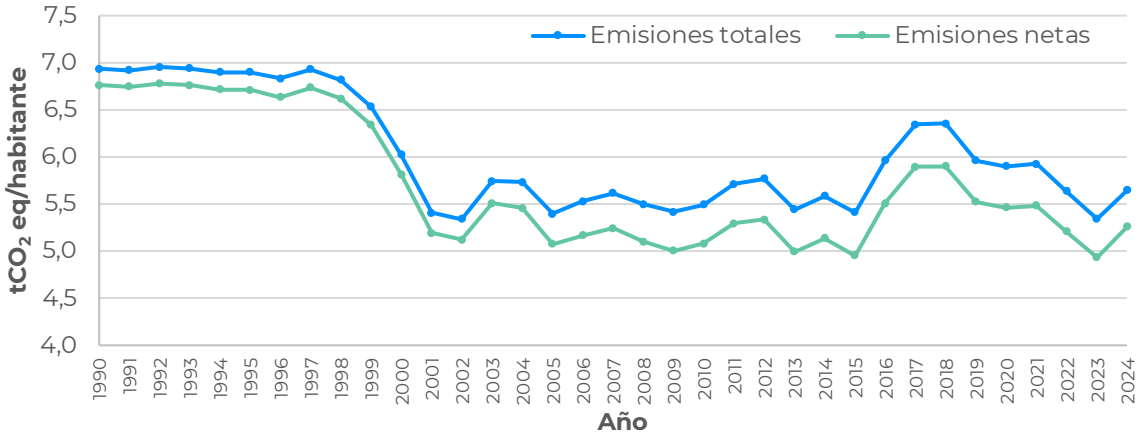


Figura 2-15. Emisiones totales y netas de GEI per cápita de Colombia (1990-2024) [t CO_2eq/habitante]

Fuente. Elaboración propia.

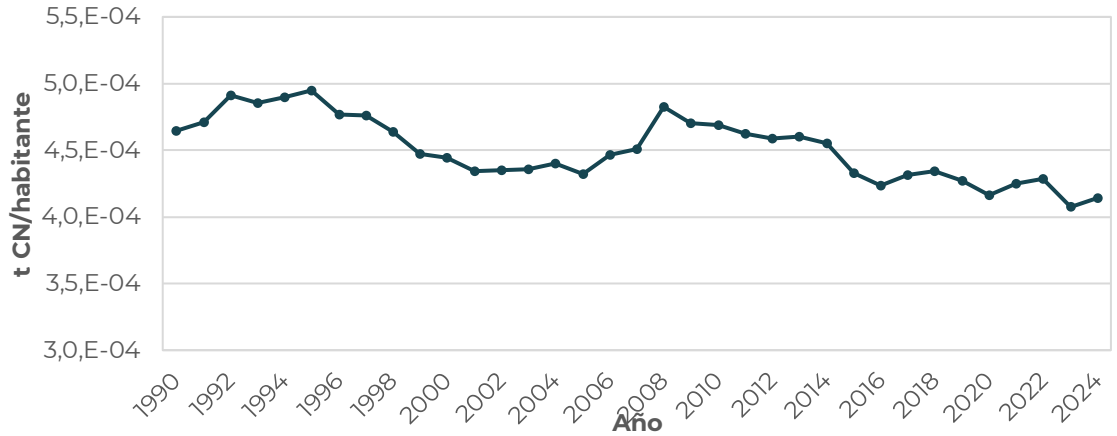


Figura 2-16. Emisiones de carbono negro per cápita de Colombia (1990-2024) [t CN/habitante]

Fuente. Elaboración propia.

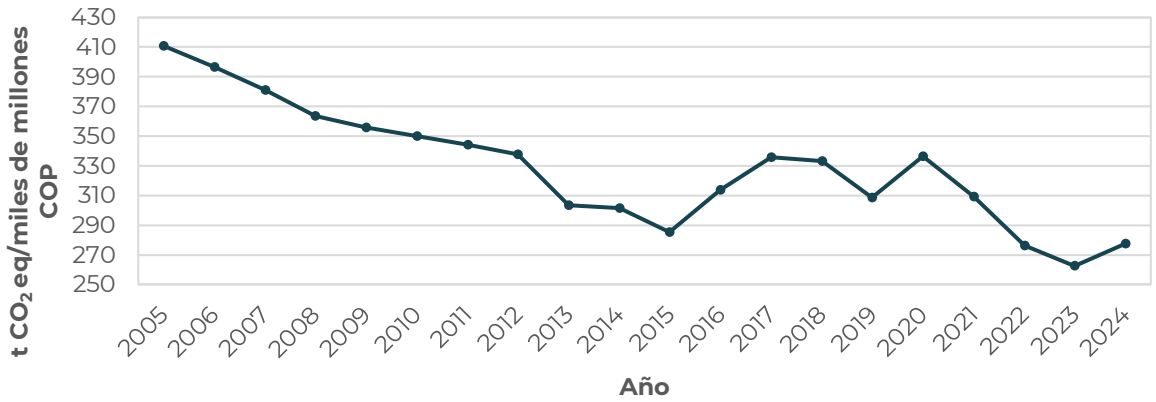


Figura 2-17. Relación de las emisiones con el producto interno bruto nacional (2005-2024) [t CO_2eq/miles de millones de COP]

Fuente. Elaboración propia.

2.4. Mensajes clave para tomadores de decisión

Las emisiones netas de GEI presentan un incremento del 23 % del año 1990 al 2024, aportando mayores emisiones de CO_2 y CH_4 a la atmósfera.

Históricamente el sector LULUCF correspondía al principal aportante a las emisiones netas de GEI, por las actividades asociadas a la degradación de bosque natural, deforestación y cambios en el uso del suelo. Sin embargo, a partir de 2022 se observa un cambio en la dinámica de las emisiones en la que el sector energía en cabeza del subsector transporte comienza a liderar la tendencia de las emisiones del país.

Aunque los sectores de agricultura y residuos presentan un crecimiento sostenido, el sector IPPU presenta el cambio más notable por la introducción del uso de HFC y PFC mayoritariamente en el subsector de refrigeración y aire acondicionado como sustitutos de las SAO.

Respecto a carbono negro y contaminantes criterio los mayores aportes nacionales a la atmósfera son de CO, COVDM, NO_x y SO_x, siendo el sector energía con las actividades de quema de combustibles (transporte terrestre, combustión residencial, industrias manufactureras y de la construcción) y la generación de energía térmica el aportante mayoritario.

Las emisiones de NH_3 son mayores en el sector agricultura por la gestión de estiércol principalmente en porcinos.

Las emisiones de carbono negro presentan un incremento de más del 40% entre 1990 y 2024.

Las emisiones netas per cápita para el 2024 de GEI fueron de 5,3 t CO_2eq/habitante y las de carbono negro fueron de 4,1E^{-4} t CN/habitante. La relación de las emisiones netas de GEI del 2024 respecto al producto interno bruto nacional fue de 277,7 t CO_2eq/miles de millones de COP.

Colombia realizó el primer ejercicio de estimación de emisiones subnacionales para la serie temporal del inventario nacional. El perfeccionamiento de este inventario depende del proceso de articulación y participación interinstitucional con el sector público, privado y la academia para lograr el fortalecimiento de capacidades y obtener información transparente y de calidad.

2.5. Anexos

Documento del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de efecto invernadero, Contaminantes criterio y carbono negro (1990-2024). Segundo Informe Bienal de Transparencia y Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Colombia presentado ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Este documento alberga las tablas de reporte común (CRT).



4CNCC

Ambiente | IDEAM

Capítulo 3

Progresos de las metas de la Contribución Nacionalmente Determinada



3. Información necesaria para realizar el seguimiento de los progresos realizados en la implementación y el logro de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), de conformidad con el Capítulo III de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1) y en virtud del Artículo 13.7(b) y el Artículo 4 del Acuerdo de París.

AUTORES

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam

Edersson Cabrera Montenegro	ORCID - ID: 0009-0005-3621-3280
Elizabeth Patiño Correa	ORCID - ID: 0000-0002-4706-6408
Gustavo Adolfo Galindo	ORCID - ID: 0009-0003-3369-749X
Héctor William Moreno Quitían	ORCID - ID: 0009-0008-4790-8995
José Julián González Arenas	ORCID - ID: 0009-0004-1727-3299
Lady Mateus Fontecha	ORCID - ID: 0000-0002-9038-1673
Leonardo Alfredo Pineda Pardo	ORCID - ID: 0000-0001-6645-6615
María Cecilia Cardona Ruíz	ORCID - ID: 0009-0006-1868-1846
Richard Ferley Cárdenas Dominguez	ORCID - ID: 0009-0006-5994-0971
Sandra Patricia Garzón Contreras	ORCID - ID: 0009-0003-9382-3937
Andrés Felipe Robles Sánchez	

Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Claudia Giovanna Rivera Tirado	ORCID - ID: 0009-0005-4425-9852
Javier Darío Aristizábal Hernández	ORCID - ID: 0000-0002-0882-2362
Sindy Andrea Gómez Caro	ORCID - ID: 0009-0008-3638-5025

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Andrés Armando Arévalo Amaya	ORCID - ID: 0009-0001-5685-5193
Ángela Liliana Rodríguez González	ORCID - ID: 0009-0001-4387-7473
Astrid Lorena Torres Albarracin	ORCID - ID: 0000-0002-3726-5032
Blanca Cecilia Medina Petro	ORCID - ID: 0009-0008-2016-8229
Carlos Alberto Duarte Duran	ORCID - ID: 0000-0002-4753-3686
Fredy Alejandro Gómez Quiroz	ORCID - ID: 0000-0002-9525-7946
Jessica Pinilla Orozco	ORCID - ID: 0009-0004-5042-2292
Juan Pablo Benavides Peña	ORCID - ID: 0009-0004-8207-8756
Juan Sebastián Valle Parra	ORCID - ID: 0000-0001-7092-6034
Leonel Alexander Martínez Vallejo	ORCID - ID: 0000-0002-7305-630X
María Fernanda Riveros Bustos	ORCID - ID: 0009-0001-6303-4924
Michelle Hernández Garzón	ORCID - ID: 0000-0003-4325-9998

AUTORES

Ministerio de Transporte

Camila Andrea Gómez Guzmán	ORCID - ID: 0009-0000-9572-384X
Christian Camilo Quintero Londoño	ORCID - ID: 0009-0003-7899-8157
Daniela Alejandra Calderón Rodríguez	ORCID - ID: 0000-0002-3537-0410
Francisco Javier Sichacá Avila	ORCID - ID: 0009-0006-3575-2255
Fredy Escobar Díaz	ORCID - ID: 0000-0002-4775-0832
Gina Paola Castro Jessen	
Juan Felipe Bojacá Matiz	

Instituto Global para el Crecimiento Verde (GGGI)

Ana Derly Pulido Guio	ORCID - ID: 0009-0004-1641-466X
Juan Camilo Herrera Prieto	ORCID - ID: 0009-0007-7820-298X

World Resources Institute – WRI

Claudia Carolina Garzón Lamprea	ORCID - ID: 0009-0004-2625-5949

COORDINACIÓN TÉCNICA DEL CAPITULO

Javier Darío Aristizábal Hernández
Richard Ferley Cárdenas Dominguez
Ángela Liliana Rodríguez González
Leonardo Alfredo Pineda Pardo

REVISORES DE PRIMERA PARTE

Proyecto GEF CBIT "Transparencia Climática Colombia" (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Laura María Aranguren Niño

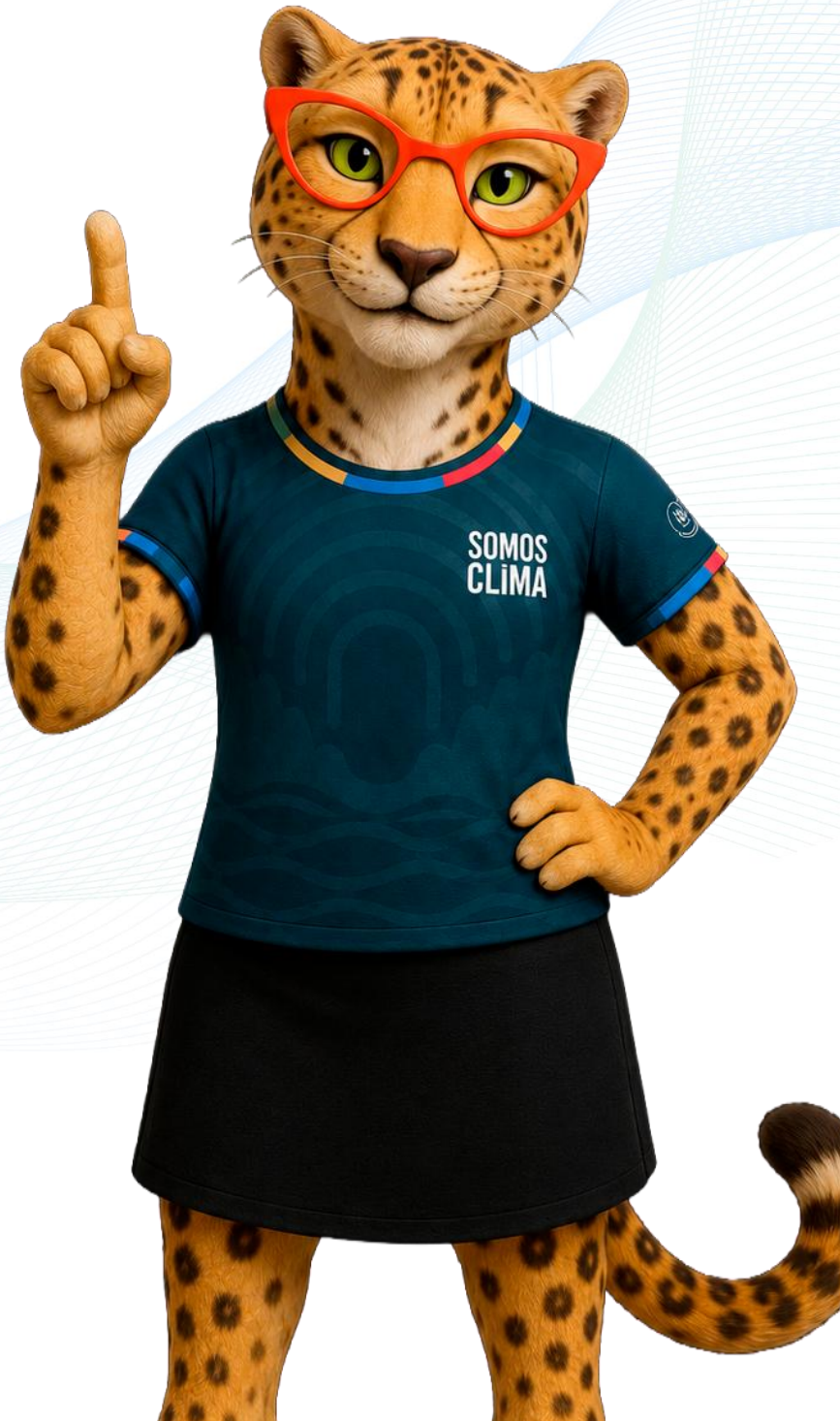
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Danys Wilfredo Ortiz Olarte
Hugo Jeimer Garcia Rodriguez
Juan Pablo Benavides Peña
Maria Juliet Londoño Duque
Carlos Enrique Diaz Reyes
Paula Andrea Cárdenas Ruiz

COLABORADORES

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Dayana Escamilla Quiroga, Leydy Maria Suarez Orozco, Andrés Cortes Caro, Nelson Humberto Acevedo Hurtado, Nidia Mercedes, Pabón Tello, Slendy Katalina Diaz Méndez, Yira Lucía Sepúlveda Pulgarín. **Ministerio de Comercio Industria y Turismo:** Jenny Marelbi Alarcón Parra, Luz Dayana Madiedo, Margarita Maria Berrio López. **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural:** Ana Paola Romero Arrieta, Cristian Alejandro Buitrago Piñeros, Martha Liliana Márquez Torres. **Ministerio de Minas y Energía:** Liseth Johanna Leal Daza, Yelena Vega Rodríguez, Iván Silva Hernández. **Ministerio de Transporte:** Adriana María Flórez Sierra, Sergio Stiven Peña Santos, Wilson Fernando Mendoza Téllez, Marcela Combita Arias. **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio:** Camilo Ernesto Barrios Cárdenas, Catalina Castañeda Ramírez, Fabian Ricardo Rincón Calvo, July Esperanza González Monsalve, Liliana Elizabeth Caicedo Mora, Mauricio Betancur Vivas, **Departamento Nacional de Planeación:** Paula Andrea Vidal Arboleda. **AGROSAVIA:** Hernando Flórez Diaz. **CIPAV- CIAT - Proyecto Desarrollar una estrategia para el sector agrícola para informar la actualización de las NDC 2023- 2026:** Julián Chará. **Federación Nacional de Ganaderos de Colombia:** Ana María Ayala Russi. **Instituto Global para el Crecimiento Verde (GGGI):** Clara Inés

Pardo Martínez, Elena Castellano, Iván Darío Valencia, Paula Catalina Rodríguez Castañeda. **Ecopetrol Convenio 3051844 y 471 Ideam del 2030:** Ana Isabel Sevillano Cárdenas, Derly Johana Londoño Hernández, Diana Patricia Ramírez Aguilera, Edwin Stiven Rivera Velandia, Jaime Arturo Orejarena Cuartas, Jhenny Liliana Salgado Vásquez, Juan Gabriel Osorio Osuna, Luis Alejandro Sánchez Pulido, Miguel Ángel Ramírez Gutiérrez, Samy Andrés Mafla Noguera, Silvia Juliana Morales Duarte, Yeraldin Roa Medina, Yuli Andrea Pedraza Lancheros. **Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD -Fundación Natura):** Juan Camilo Molina Betancur



3.1. Descripción sectorial y arreglos institucionales

Conforme lo señalado en la MPG 59, las circunstancias nacionales son abordadas de manera general en el capítulo 1 de este documento dado que la descripción hecha en los términos que establecen los literales a, b, c, d y e resultan relevantes para los demás capítulos que componen el presente reporte. En este capítulo, se aborda el literal f de la referida MPG mediante la descripción de los sectores que inciden en el perfil nacional de emisiones.

De igual forma, como novedad y atendiendo lo dispuesto en la MPG 60, se presenta un análisis de descomposición de las emisiones nacionales focalizado principalmente en el sector energético con el propósito de determinar cómo los sectores que se describen a continuación inciden en las emisiones nacionales.

Esta sección se complementa con los arreglos institucionales que ha dispuesto el país para hacer seguimiento a los progresos alcanzados en el cumplimiento de su NDC, así como aquellos necesarios para las labores de aplicación, vigilancia, presentación de informes y archivado de la información conforme lo indicado en las MPG 61 y 62.

3.1.1. Descripción sectorial

3.1.1.1. Sector energético

El sector energético en Colombia está compuesto principalmente por generación hidroeléctrica y térmica. En el período 2020–2025, la capacidad efectiva neta total de generación eléctrica registró un incremento acumulado de 20,3 %, al pasar de 17.485 MW en 2020 a 21.029 MW en 2025. Este comportamiento equivale a una variación promedio anual del 3,8 %, lo que evidencia una expansión sostenida del sistema eléctrico nacional durante el periodo analizado. Este crecimiento se explica principalmente por el aumento de la capacidad hidráulica y térmica, así como por la incorporación acelerada de energía solar, que pasó de apenas 61 MW en 2020 a un pico de 1.903 MW en 2024, aunque con una leve caída en 2025 (Figura 3-1).

La capacidad total del sistema presentó una disminución de 1,6 % respecto al cierre de 2024, debido principalmente a ajustes regulatorios y a la finalización de procesos de transición normativa, lo que llevó a que varias plantas retornaran al estado de pruebas (XM, 2026b).

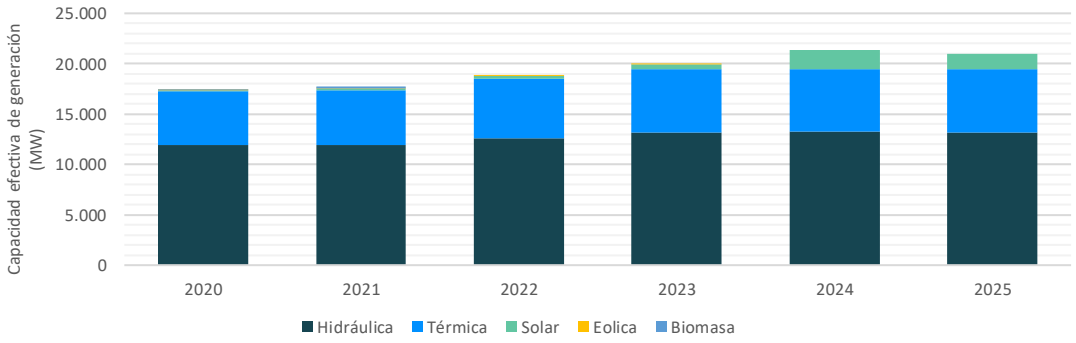


Figura 3-1. Capacidad efectiva neta total del sistema eléctrico nacional (MW)

Fuente: Elaboración propia con base en (XM, 2026b)

En el período 2020–2025, la demanda de energía en Colombia registró un incremento acumulado de 19,3 %, al pasar de 70.422 GWh en 2020 a 84.050 GWh en 2025. Este comportamiento equivale a una variación promedio anual de 3,6 %, lo que evidencia una tendencia sostenida de crecimiento en el consumo de energía durante el periodo analizado (Figura 3-2).

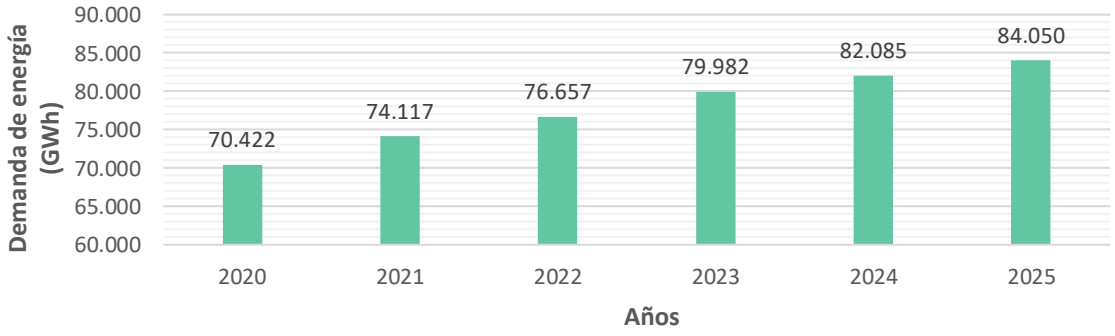


Figura 3-2. Demanda de energía nacional (GWh/año)

Fuente: Tomado de XM (2026a)

El sistema de precios de bolsa, implementado en el mercado mayorista, establece los precios de la electricidad en función de la oferta y demanda diaria. Sin embargo, esta volatilidad en el precio ha sido un desafío, particularmente durante periodos de sequía o estrés hídrico, que llevan a un aumento de los precios debido a la mayor participación de generación térmica.

La operación de este respaldo térmico, accionada por las variaciones hidrológicas previamente descritas, resulta fundamental para garantizar el abastecimiento de la demanda energética. El funcionamiento de estas plantas implica un incremento intensivo en la combustión de energéticos fósiles, recurriendo principalmente al uso de carbón y combustibles líquidos durante los periodos críticos de estrés hídrico (XM, 2026a).

Desde la perspectiva del impacto atmosférico, los procesos de combustión inherentes a esta infraestructura de generación se identifican como una fuente representativa de carbono negro. En consecuencia, el perfil de emisiones de este contaminante en el sector eléctrico no es constante, sino que presenta un comportamiento marcadamente fluctuante, condicionado de manera estricta por los ciclos de disponibilidad hídrica del país (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En el período 2020–2024, el precio promedio de bolsa de la energía registró un incremento acumulado de 169,4 %, al pasar de 251,10 $/kWh en 2020 a 676,32 $/kWh en 2024. Este comportamiento equivale a una variación promedio anual del 27,5 %, lo que evidencia una tendencia de aumento significativo en los precios de la energía durante el periodo analizado, aunque con fluctuaciones interanuales marcadas (Figura 3-3).

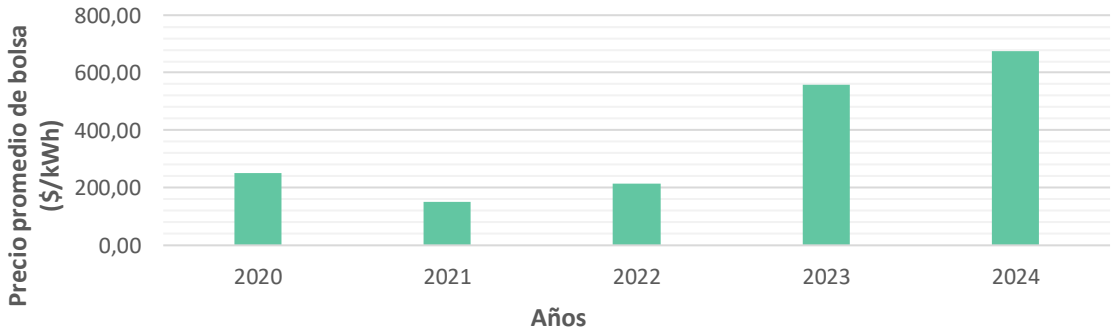


Figura 3-3. Precio promedio de bolsa ($/kWh)

Fuente: Tomado de UPME (2025)

3.1.1.2. Sector transporte

El transporte se configura como un componente estratégico del sector energético, al constituir uno de los principales motores de la economía y un elemento esencial para la conectividad regional y el comercio nacional.

Según el RUNT (2025), la composición del parque automotor presentó un incremento acumulado de 33,1 %, al pasar de 16 millones de vehículos en 2020 a 21,3 millones en 2025 (Figura 3-4). Este comportamiento equivale a una variación promedio anual del 5,9 %, lo que evidencia una tendencia sostenida de crecimiento del parque automotor durante el periodo 2020-2025. Este incremento se explica principalmente por la expansión del número de motocicletas, que registraron el mayor aumento dentro del total de vehículos, seguidas por los automóviles y los vehículos de carga, mientras que la maquinaria y los remolques presentaron crecimientos más moderados. En conjunto, esta dinámica refleja un proceso de expansión continua del parque vehicular, con implicaciones relevantes para la movilidad, el consumo energético y las emisiones del sector transporte.

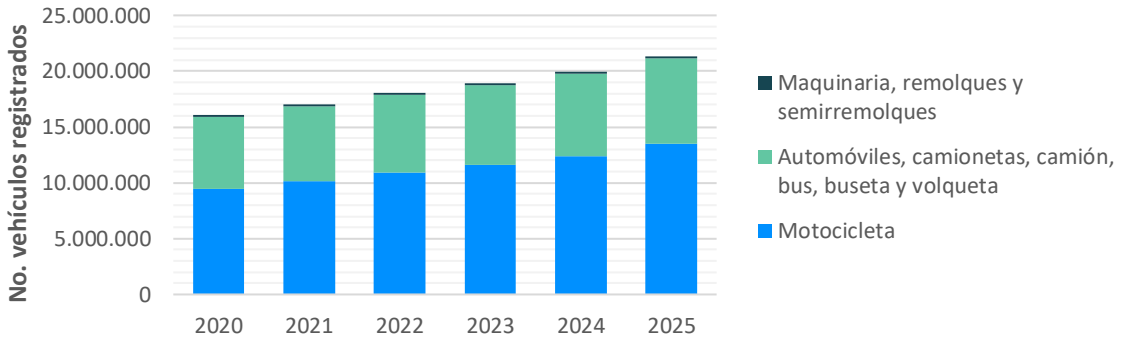


Figura 3-4. Parque automotor nacional registrado y activo (número de unidades)

Fuente: Elaboración propia con base en Mintransporte (2025)

De acuerdo con la distribución anterior, la mayor representatividad del parque automotor corresponde a las motocicletas con el 63,4 %, de las cuales el 12 % tiene una edad mayor a 20 años, seguidas por el conjunto de automóviles, vehículos de pasajeros y carga que participan con el 35,5 % y donde cerca del 41 % de los vehículos de carga tienen una edad mayor a los 20 años, mientras que el 1,1 % restante agrupa maquinaria y remolques. A pesar del crecimiento continuo, una fracción constante de este parque mantiene un tiempo de vida prolongado, lo que plantea necesidades estructurales de reconversión tecnológica para mitigar sus impactos atmosféricos (Ministerio de Transporte, 2025).

Dentro de esta composición, el segmento de transporte de carga presenta un perfil tecnológico determinante. Para 2024, el país contaba con 433.294 vehículos de carga, de los cuales el 85,8 % estaban activos. Esta flota está conformada mayoritariamente por camiones de dos ejes (75,9 %) con capacidad inferior a 10 toneladas. Su operación refleja una alta dependencia fósil: el 85 % opera con diésel y el 12,7 % con gasolina, evidenciando una participación muy baja (< 1 %) de tecnologías de cero o bajas emisiones como los vehículos eléctricos o a gas natural (Unidad de Planeación Minero Energética, 2025).

Este perfil operativo y la edad de la flota se reflejan directamente en los inventarios de emisiones reportados en el Primer Informe Bienal de Transparencia (BTR 1). La tecnología de combustión diésel de vehículos pesados y buses concentra el 51 % del material particulado fino (PM2,5) y el 74 % del carbono negro (CN) del sector. Sin embargo, debido a su alto volumen y nivel de representatividad, las motocicletas constituyen una fuente relevante de emisiones, aportando un 34 % del PM2,5 y el 14 % del carbono negro (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Entendiendo lo anterior como parte de la progresiva transición hacia estándares tecnológicos más estrictos que atiendan estas dinámicas, el país implementó la Resolución 0762 de 2022. Esta normativa, que establece los límites máximos permisibles de emisión para fuentes móviles terrestres, constituye una variable

determinante para la regulación, evaluación y control de los inventarios de carbono negro y material particulado vinculados a la movilidad nacional.

El gobierno ha impulsado la Ley 1964 de 2019, que promueve la movilidad eléctrica y otorga beneficios como exenciones tributarias para la compra de vehículos eléctricos. Según datos de Fenalco & ANDI (2026), el número de vehículos eléctricos en el país registró un crecimiento acumulado de 1.409 %, al pasar de 1.307 unidades en 2020 a 19.724 en 2025 (Figura 3-5). Sin embargo, según datos suministrados por la concesión RUNT 2.0, el número de vehículos eléctricos en el país registró un crecimiento acumulado de 1.897 %, al pasar de 1.009 unidades en 2020 a 19.643 en 2025. Este comportamiento equivale a una Tasa de Crecimiento Anual Compuesta del 81 %, lo que evidencia una expansión acelerada en la adopción de esta tecnología durante el periodo 2020-2025. El crecimiento se intensifica especialmente a partir de 2022, cuando se observan incrementos anuales más pronunciados que se consolidan en 2024 y 2025. Esta dinámica indica que la movilidad eléctrica ha comenzado a ganar participación dentro del parque automotor, posicionándose progresivamente como una alternativa relevante para la transición energética y la reducción de emisiones en el sector transporte.

Asimismo, es importante resaltar el auge de la movilidad híbrida, con base en información del RUNT 2.0, este segmento registró 67.970 vehículos nuevos matriculados en 2025, lo que representó un incremento del 59 % con respecto a las 42.700 unidades registradas en 2024. En comparación con 2020, cuando se matricularon 4.670 vehículos híbridos, este segmento presentó un crecimiento acumulado del 1.356 % (Ministerio de Transporte, 2026). Cabe señalar que, si bien la movilidad híbrida no se contempla como una medida de mitigación explícita en la NDC de Colombia, no se puede pasar por alto su contribución a la reducción de emisiones procedente del parque automotor, dado que constituye un paso transicional necesario hacia la movilidad 100 % eléctrica.

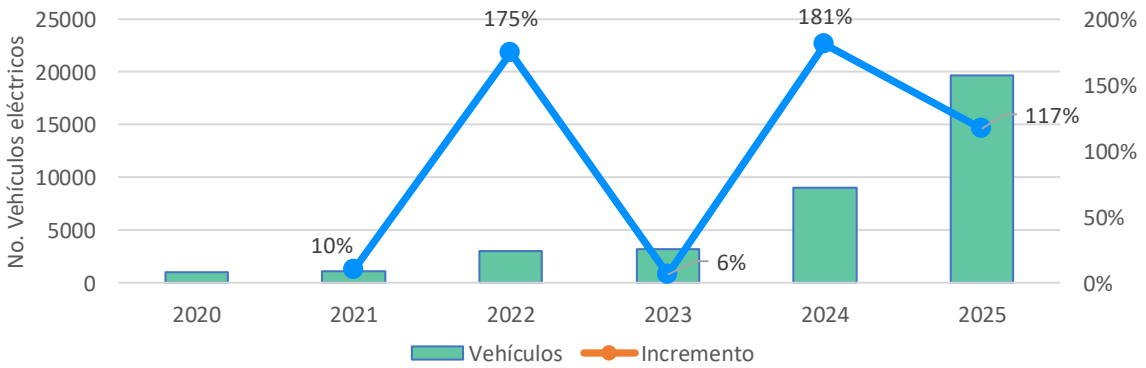


Figura 3-5. Número de vehículos eléctricos registrados

Fuente: Tomado de (Fenalco & ANDI, 2026)

No obstante, el parque automotriz de combustión aún mantiene una posición dominante en el mercado, dado que en 2025 se vendieron 1.250.321 vehículos de

esta categoría lo que representó el 93 % de los vehículos vendidos en ese año (Figura 3-6).

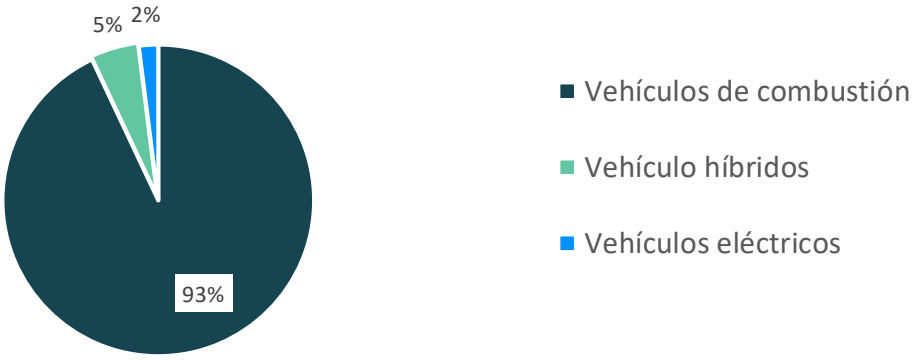


Figura 3-6. Participación vehículos nuevos registrados en el país por categoría en el año 2025

Fuente: Elaboración propia con base en Murillo (2026)

Por su parte, el transporte aéreo ha crecido significativamente en el último quinquenio, con un aumento en el número de pasajeros movilizados en vuelos tanto nacionales como internacionales. En 2020, se movilizaron aproximadamente 13,1 millones de pasajeros, con una caída del −71,3 % respecto al año anterior, cifra que evidencia el fuerte impacto que tuvo la pandemia de COVID-19 sobre el sector.

A partir de 2021 se observa una recuperación acelerada del transporte aéreo. Ese año, el total de pasajeros se duplicó, alcanzando 30,5 millones, lo que equivale a un crecimiento del 133,5 %, impulsado por la reapertura gradual de fronteras y la reactivación del turismo. La tendencia continuó en 2022, cuando el número de pasajeros aumentó hasta 48,1 millones, registrando un incremento del 57,4 % respecto al año previo.

Desde 2023 el crecimiento se modera, con 49,5 millones de pasajeros y variaciones anuales más bajas, lo que indica una fase de estabilización tras la rápida recuperación inicial. En 2024, el total asciende a 56,5 millones y en 2025 alcanza 57,5 millones de pasajeros. Este comportamiento posiciona a Colombia como uno de los principales puntos de entrada y salida de personas en el continente, impulsado por el dinamismo del turismo, los negocios, el trabajo y el ocio, sectores que contribuyen de manera sustancial al crecimiento económico y al desarrollo nacional (Aeronáutica Civil, 2026).

Para el período 2020–2025, el tráfico aéreo registró una variación acumulada de 339,6 %, lo que equivale a una tasa promedio anual de crecimiento del 33,8 %. Durante este periodo, los vuelos nacionales concentraron la mayor parte del tráfico, aunque los vuelos internacionales muestran una expansión más

dinámica, aumentando gradualmente su participación dentro del total de pasajeros movilizados (Figura 3-7).

Según datos de la Aeronáutica Civil, el aeropuerto internacional El Dorado en Bogotá es el principal centro de conexión del país, con la mayor movilización de pasajeros en 2025, facilitando tanto la movilidad como el comercio.

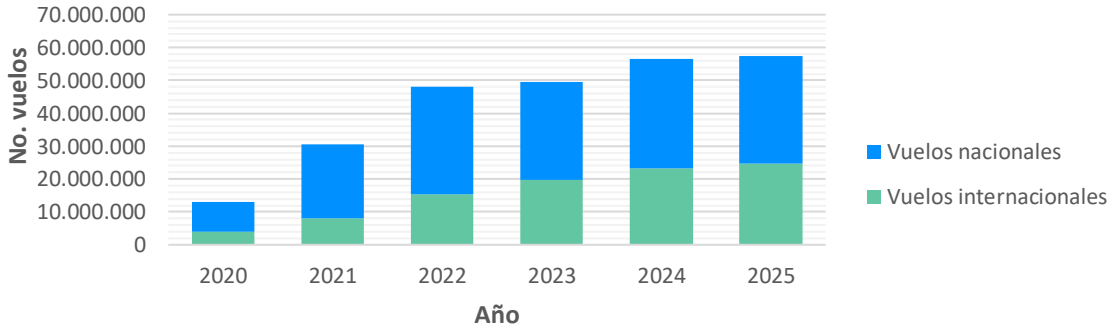


Figura 3-7. Número de pasajeros movilizados por el transporte aéreo

Fuente: Elaboración propia con base en (Aerocivil, 2026)

3.1.1.3. Sector industrial y uso de productos

Según el DANE, el sector de industria y uso de productos comprende la transformación química o mecánica de sustancias orgánicas e inorgánicas en nuevos productos, de forma manual o mecanizada, e incluye subsectores como minerales, químicos, caucho y derivados del petróleo, metalurgia, textil y cemento.

El PIB del sector ha tenido diferentes comportamientos en los últimos 5 años. En 2020, ambas actividades registraron fuertes caídas producto del impacto económico generado por la pandemia de COVID-19. En 2021 se observó una recuperación significativa, con crecimientos de 16,4 % en las industrias manufactureras y 5,7 % en la construcción. En 2022, la actividad económica continuó expandiéndose, aunque con una desaceleración en el ritmo de crecimiento de las manufacturas (9,8 %), mientras que la construcción registró un leve aumento en su tasa de crecimiento (6,4 %).

Para 2023, se observó un cambio de tendencia. Las industrias manufactureras presentaron una contracción de -3,5 % y la construcción cayó -4,2 %, evidenciando una desaceleración significativa del sector. En 2024, el comportamiento fue mixto. Las industrias manufactureras continuaron con una tendencia a la baja (-2,1 %), aunque con una caída menos pronunciada que en 2023, lo que podría indicar una estabilización progresiva. En contraste, la construcción mostró una recuperación (1,9 %), retornando al crecimiento.

Finalmente, para 2025, se observó una recuperación de las industrias manufactureras (1,9 %), mientras que la construcción registra una contracción (-2,8 %), lo que sugiere una dinámica aún inestable dentro del sector (Tabla 3-1). Este resultado se explica por el siguiente comportamiento de las actividades:

- Elaboración de productos alimenticios, bebidas y productos de tabaco aumentó 3,2 %.
- Fabricación de productos textiles, confección de prendas de vestir, curtido y recurtido de cueros, calzado, artículos de viaje y de talabartería, así como el adobo y teñido de pieles, creció 5,9 %.
- Transformación de la madera; fabricación de productos de madera y corcho (excepto muebles); artículos de cestería y espartería; papel, cartón y sus productos; e impresión y reproducción de grabaciones registró una disminución de 1,4 %.
- Coquización y refinación del petróleo; mezcla de combustibles; fabricación de sustancias y productos químicos, farmacéuticos, de caucho y plástico, y otros productos minerales no metálicos creció 1,6 %.
- Fabricación de productos metalúrgicos básicos y elaborados de metal (excepto maquinaria y equipo); aparatos y equipo eléctrico; productos informáticos, electrónicos y ópticos; maquinaria y equipo n.c.p.; vehículos automotores y otros equipos de transporte; así como la instalación y reparación especializada de maquinaria, decreció 3,5 %.
- Fabricación de muebles, colchones y somieres, junto con otras industrias manufactureras, crece 6,3 % (DANE, 2025).

Tabla 3-1. Comportamiento anual del PIB para el sector de industria y uso de productos

Rama de actividad económica	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Industrias manufactureras	-7,7	16,4	9,8	-3,5	-2,1	1,9
Construcción	-25,8	5,7	6,4	-4,2	1,9	-2,8

Fuente: (DANE, 2026e)

Asociado al comportamiento económico de estas ramas de actividad, es pertinente señalar la relación de los procesos industriales con el perfil de emisiones atmosféricas. Actividades específicas como la coquización y la fabricación de productos minerales no metálicos (que agrupa industrias como la ladrillera y la cementera), así como la operación de calderas en los subsectores de alimentos y textiles, demandan un uso intensivo de calor.

La combustión de energéticos fósiles inherente a estos procesos térmicos particularmente carbón y combustibles pesados se identifica como una fuente representativa de carbono negro. De este modo, la configuración tecnológica y la

demanda energética de la manufactura nacional constituyen factores determinantes para la evaluación de este contaminante dentro del sector.

3.1.1.4. Sector agropecuario

En el período 2020–2025, el PIB del sector agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca registró un crecimiento acumulado de 14,2 %, lo que equivale a una variación promedio anual del 2,6 %. Este resultado evidencia una expansión moderada del sector durante el periodo analizado, pese a las fluctuaciones observadas en algunos años.

En 2024, el sector agropecuario se consolidó como uno de los principales aportantes al crecimiento del PIB. Estos resultados se explican por el aumento de los cultivos de café, que crecieron el 22,5 %, y de la ganadería, que se incrementó en 5,6 % durante el año anterior (*Figura 3-8*). En 2025, el valor agregado de la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca creció 3,1 %, respecto al año 2024. Este desempeño estuvo impulsado principalmente por la pesca y acuicultura, que presentó la mayor expansión (11,2 %), posicionándose como la actividad más dinámica del sector. Le siguieron la ganadería (8 %), la silvicultura y extracción de madera (2,9 %) y los cultivos agrícolas (excepto café) y las actividades asociadas crecieron 2,1 %. Por su parte, el cultivo permanente de café decrece 2,2 % (DANE, 2025).

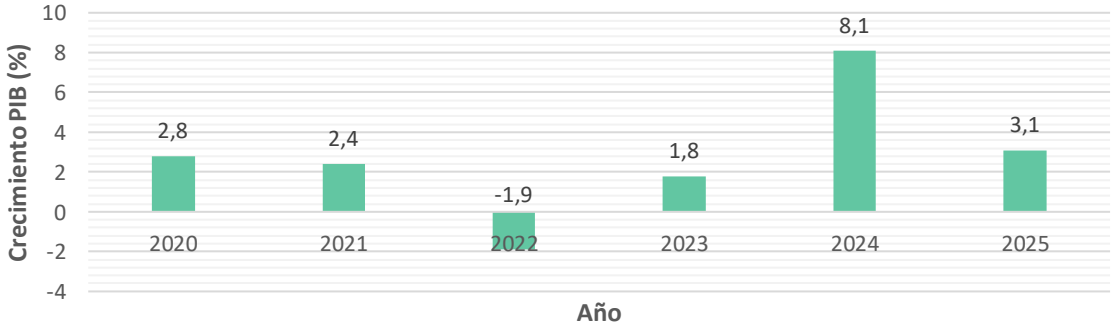


Figura 3-8. PIB Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca

Fuente: (DANE, 2025)

La Encuesta Nacional Agropecuaria 2023 reportó que el uso total del suelo agropecuario en los 27 departamentos analizados alcanzó 49.874.226 hectáreas. El uso pecuario fue el predominante, con 38.511.643 hectáreas, lo que representó el 77,2 % del total (*Figura 3-9*). Le siguieron los bosques, con 5.195.246 hectáreas (10,4 %), el uso agrícola, con 4.700.303 hectáreas (9,4 %), y otros usos, que abarcaron 1.467.034 hectáreas (2,9 %). Dentro del uso pecuario, se destacó el área destinada a pastos y forrajes, con 22.188.708 hectáreas. En el uso forestal, la mayor proporción correspondió a bosques naturales, que sumaron 4.646.103 hectáreas,

mientras que en el uso agrícola sobresalió el área dedicada a cultivos permanentes, con 2.948.921 hectáreas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025).



Figura 3-9. Uso del suelo (ha)

Fuente: (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025)

La Figura 3-10 presenta la evolución del área sembrada y el área cosechada en el sector agropecuario durante el período 2020–2025. La superficie agrícola sembrada registró un incremento acumulado de 2,1 %, al pasar de 5.425.352 hectáreas en 2020 a 5.541.882 hectáreas en 2025. Este comportamiento equivale a una variación promedio anual del 0,4 %, lo que evidencia una expansión leve pero estable del área sembrada durante el periodo analizado.

Por su parte, la superficie agrícola cosechada se mantuvo prácticamente estable, al pasar de 4.969.177 hectáreas en 2020 a 5.065.492 hectáreas en 2025, lo que representa un incremento acumulado de 1,9 %.

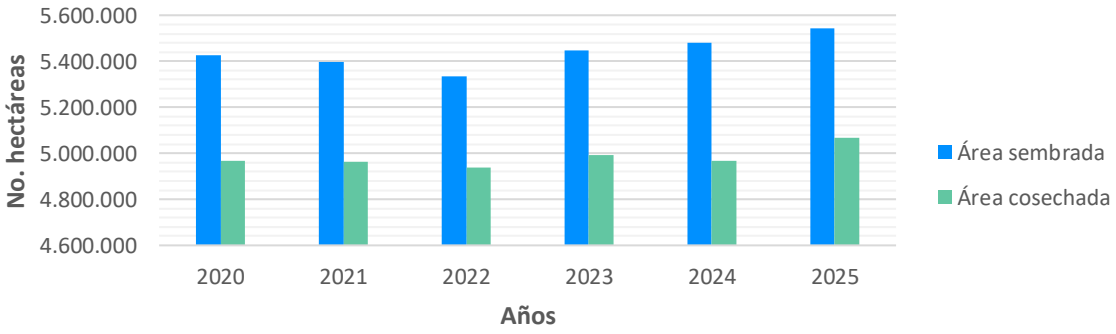


Figura 3-10. Área sembrada y cosechada (ha) período 2020-2025

Fuente: Elaboración propia con base en datos de UPRA (2026)

La brecha persistente entre el área sembrada y el área cosechada, que se amplía ligeramente en 2025, puede estar asociada a ciclos productivos, pérdidas por

variabilidad climática o superficies que no alcanzan la fase de cosecha dentro del mismo año agrícola.

En el período 2020–2025, la producción nacional registró un incremento acumulado de 11,3 %, al pasar de 72,6 millones de toneladas en 2020 a 80,8 millones de toneladas en 2025. Este comportamiento equivale a una variación promedio anual del 2,2 %, lo que evidencia una tendencia sostenida de crecimiento en la producción durante el periodo analizado (Figura 3-11). La producción agrícola se concentró principalmente en cultivos de café, banano, cacao, caña de azúcar, palma de aceite, entre otros.

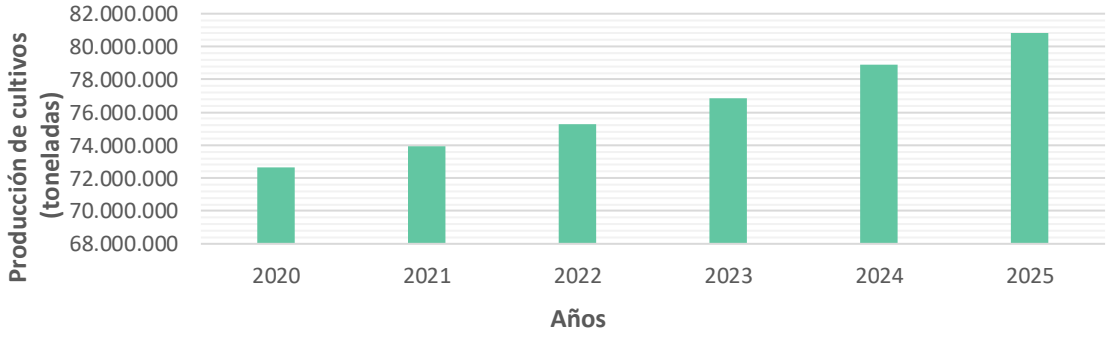


Figura 3-11. Producción nacional (Toneladas)
Fuente: Elaboración propia con base en datos de UPRA (2026)

Como se observa en la Tabla 3-2, se evidencia una dinámica heterogénea en la producción agrícola durante el período 2020–2025, como resultado de un crecimiento sostenido en cultivos estratégicos como la caña de azúcar, la yuca, el café y el cacao, mientras que otros presentan comportamientos variables.

La caña de azúcar registra un incremento continuo a lo largo del período analizado, consolidándose como el cultivo de mayor volumen de producción. De forma similar, la yuca muestra una tendencia creciente, lo que resalta su relevancia para el consumo interno y la seguridad alimentaria. En contraste, la palma de aceite presenta una leve disminución en 2024, lo cual podría estar asociado a factores climáticos, de mercado o de productividad.

Dentro de las particularidades agronómicas que definen el manejo del cultivo de la caña de azúcar, el perfil operativo de su recolección y el tratamiento de la biomasa son factores determinantes en el desempeño ambiental del sector. Durante el último año reportado (2024), la agroindustria avanzó en la implementación de prácticas más sostenibles, logrando que el 81 % de su área fuera recolectada mediante sistemas mecánicos. El 90 % de esta superficie mecanizada correspondió a la modalidad de cosecha en verde; un método que,

al prescindir del uso del fuego, favorece la retención de cobertura vegetal en el terreno (Cenicaña, 2025).

Sin embargo, la práctica de quema controlada de biomasa asociada a diversas labores del manejo del cultivo y la recolección aún persiste en la fracción restante del área cultivada, estimada en un 10 %. Esta dinámica operativa continúa constituyendo una de las fuentes de emisión de carbono negro y material particulado vinculadas a este subsector agrícola (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En el contexto de estas prácticas productivas, el país viene desarrollando lineamientos relacionados con el Manejo Integral del Fuego (MIF). La estructuración e implementación progresiva de este enfoque se perfila como una variable técnica y regulatoria con influencia directa sobre las dinámicas de manejo de biomasa en campo. Por consiguiente, la evolución de este marco de acción se puede convertir en un factor que influenciará el comportamiento y la tendencia de las emisiones de carbono negro y otros contaminantes vinculados a la actividad agropecuaria.

Tabla 3-2. Producción de cultivos para el período 2020-2025 (t)

Cultivos	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Caña de azúcar	29.108.483	30.630.139	30.621.118	31.682.059	33.048.405	33.007.826
Papa	3.751.183	3.491.608	3.444.490	3.362.895	3.619.540	4.216.726
Yuca	2.115.147	2.025.572	2.087.380	2.209.261	2.243.091	2.360.263
Palma de aceite	2.023.869	1.931.482	2.024.686	2.000.618	1.999.942	n.d.
Banano	1.074.853	1.139.166	818.466	1.305.533	871 .23	n.d.
Café	790.585	753.799	669.111	680.176	831.722	819.332
Cacao	110.086	127.946	137.772	140.104	139.505	150.899

*n.d: dato no disponible

Fuente: Adaptado de UPRA (2026)

En 2024, las exportaciones en volumen alcanzaron las 5.727.459 toneladas de productos agropecuarios y agroindustriales, presentándose un aumento del 10,3 % en comparación con el año 2023. El aumento en las exportaciones en volumen estuvo explicado principalmente por el incremento en las exportaciones de banano en 500.970 toneladas (27,6 %), café en 76.020 toneladas (12,8 %) y arroz en 61.802 toneladas (Tabla 3-3). Para esta vigencia, las exportaciones tradicionales en volumen presentaron un crecimiento de 20,4 % y participaron con el 57,9 % dentro del total de las exportaciones de productos agropecuarios y

agroindustriales (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2025a).

En 2023, el inventario bovino nacional ascendió a 28.410.074 cabezas. La región Andina concentró el mayor número, con 9.806.897 cabezas, equivalentes al 34,5 % del total nacional, seguida por la Región Caribe con 8.624.202 cabezas (30,4 %). La Orinoquía registró 6.240.055 cabezas (22,0 %), mientras que la Amazonía alcanzó 2.574.250 cabezas (9,1 %). Por su parte, la Región Pacífica presentó la menor participación, con 1.164.670 cabezas, lo que representa el 4,1 % del total (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025).

Tabla 3-3. Exportaciones de productos agropecuarios y agroindustriales 2023-2024 (t)

Producto General	2023	2024	Variación (%)
Cultivos Tradicionales			
Banano	1.817.637	2.318.606	27,6
Café	591.665	667.685	12,8
Flores	306.623	329.706	7,5
Total	2.715.924	3.315.997	20,4
Cultivos no tradicionales			
Azúcar	608.115	524.681	-13,7
Aceite de palma y palmiste	562.433	494.683	-12
Aguacate	114.741	138.562	20,8
Bombones, caramelos y confites	108.203	102.677	-5,1
Lima Tahití	67.539	96.337	42,6
Ganado bovino en pie	108.202	83.878	-22,5
Grasas o aceites - mezclas	61.666	75.415	22,3
Harinas	73.211	69.400	-5,2
Arroz	378	62.181	163,2
Aceite de soya	52.880	53.733	1,6
Demás no tradicionales	717.599	709.917	-1,1
Total, no tradicionales	2.474.966	2.411.463	-2,6
Total, exportaciones	5.190.891	5.727.459	10,3

Fuente: Tomado de (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2025)

La distribución del hato bovino nacional evidencia la predominancia de sistemas de producción orientados al doble propósito y a la producción de carne. La ganadería doble propósito concentró 12.276.111 cabezas, equivalentes al 43,2 % del hato nacional. Este sistema productivo busca la obtención simultánea de leche y carne a partir de la vaca y su cría, y se desarrolla principalmente mediante cruces entre animales *Bos indicus* y *Bos taurus*. Dentro de esta orientación productiva

se destacó la región Caribe con 5.325.809 cabezas (18,7 % del hato nacional), seguida por la región Andina con 3.509.954 cabezas (12,4 %) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025).

Por su parte, la ganadería orientada a la producción de carne registró 11.286.814 cabezas, equivalentes al 39,7 % del hato bovino nacional. Este sistema incluye animales destinados a cría, levante y ceba, y se desarrolla principalmente con razas cebuinas (*Bos indicus*). En este segmento sobresalió la región Andina con 4.355.051 cabezas (15,3 % del hato nacional), seguida por la región Orinoquía con 3.640.504 cabezas (12,8 %) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025).

Al interior de la ganadería de carne, el sistema de ceba presentó la mayor participación, con 5.001.634 cabezas, equivalentes al 17,6 % del hato bovino nacional. En esta categoría destacó la región Andina con 2.423.603 cabezas (8,5 % del hato nacional). El sistema de ciclo completo registró 2.433.816 cabezas (8,6 % del hato nacional), predominando igualmente la región Andina con 805.758 cabezas (2,8 %). Por su parte, el sistema de cría alcanzó 2.093.432 cabezas (7,4 %), concentrándose principalmente en la Orinoquía con 1.385.389 cabezas (4,9 %). Finalmente, el sistema de levante registró 1.757.933 cabezas, equivalentes al 6,2 % del hato nacional, destacándose nuevamente la región Andina con 736.776 cabezas (2,6 %) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025).

En cuanto a la producción de carne, durante 2023 en Colombia se sacrificaron 3.085.664 cabezas de ganado, equivalentes al 10,9 % del hato bovino nacional. Este volumen de sacrificio representó una producción de 707.004 toneladas de carne en canal. La región Andina concentró la mayor participación, con 1.916.016 cabezas sacrificadas, equivalentes al 6,7 % del hato nacional, las cuales representaron una producción de 448.098 toneladas de carne en canal (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025). Estos resultados reflejan la importancia de la región Andina como principal núcleo de producción cárnica del país, asociada tanto a la concentración del inventario bovino como al desarrollo de sistemas de ceba, levante y ciclo completo.

La ganadería especializada en producción de leche alcanzó 4.617.544 cabezas, equivalentes al 16,3 % del hato bovino nacional. Este sistema se desarrolla principalmente en zonas de clima frío y se basa en razas de origen europeo (*Bos taurus*), especialmente Holstein. La región Andina concentró la mayor participación con 1.830.646 cabezas, equivalentes al 6,4 % del hato nacional (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025).

En cuanto a la producción de leche, en 2023 se registró una producción nacional de 23.427.963 litros, con un promedio de 6,3 litros por vaca. La región Andina presentó la mayor producción con 13.468.021 litros, correspondientes al 57,5 % del total nacional. Le siguieron las regiones Caribe, Pacífica y Amazonia con

4.373.854, 2.414.017 y 1.455.276 litros, equivalentes al 21,2 %, 10,3 % y 6,2 % de participación, respectivamente. La Orinoquía registró la menor producción con 1.116.795 litros, lo que representa el 4,8 % del total nacional (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025).

Finalmente, la producción orientada a la generación de material genético registró 229.604 cabezas, equivalentes al 0,8 % del hato bovino nacional. Este tipo de producción incluye razas *Bos taurus*, *Bos indicus* y sus cruces, y tiene como objetivo la obtención de material reproductivo de alto valor genético, como embriones, semen y animales puros. En este segmento se destacó la región Andina con 111.246 cabezas, equivalentes al 0,4 % del hato nacional (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2025).

3.1.1.5. Sector LULUCF

En el presente acápite se presenta un panorama del sector de uso del suelo y silvicultura, con especial énfasis en el sector forestal, dado que los usos del suelo asociados a la agricultura y la ganadería se desarrollan en la sección correspondiente al sector agricultura.

Colombia cuenta con una amplia riqueza natural representada principalmente en sus bosques naturales. La Figura 3-12 muestra la evolución de la superficie de bosque natural en Colombia entre 2020 y 2024, evidenciando una tendencia ligeramente descendente durante todo el periodo. El área de bosque natural pasó de 59.700.000 hectáreas en 2020 a 59.078.025 hectáreas en 2024, lo que representó una reducción del 1,04 % entre ambos períodos.

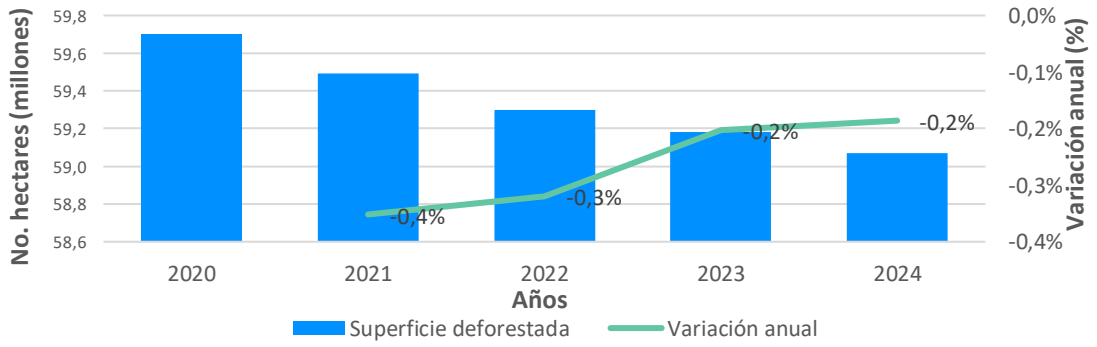


Figura 3-12. Superficie de bosque natural (ha)

Fuente: Elaboración propia con base en (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025)

Frente al cumplimiento de los compromisos internacionales de conservación del bosque, Colombia cuenta con 51,8 % de territorio continental e insular cubierto por bosque, es decir 59.078.025 ha, una cifra que da cuenta del cumplimiento de Colombia respecto a la meta de conservación de, al menos, el 50 % de su territorio

continental cubierto por bosque, establecida a 2030 por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025a).

La distribución espacial de los bosques por regiones naturales indica que la mayor parte de esta cobertura se encuentra en la región amazónica, que concentra el 65,6 % de los bosques, seguida por las regiones Andina y Pacífica (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025a). En el período 2020–2024, la deforestación en Colombia registró una reducción acumulada de 33,8 %, al pasar de 171.685 hectáreas en 2020 a 113.608 hectáreas en 2024. Este comportamiento equivale a una variación promedio anual de −9,6 %, evidenciando una tendencia general de disminución en la pérdida de bosque. No obstante, la dinámica interanual fue fluctuante. Tras registrarse reducciones significativas en 2022 y 2023, en 2024 se registró un aumento de la superficie deforestada frente al año anterior, al pasar de 79.256 hectáreas en 2023 a 113.608 hectáreas en 2024 (Figura 3-13). A pesar de este incremento, la cifra registrada en 2024 se consolida como la segunda más baja de pérdida de bosque en Colombia en los últimos 24 años, y se mantiene en línea con los compromisos establecidos en la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) del país (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025a).

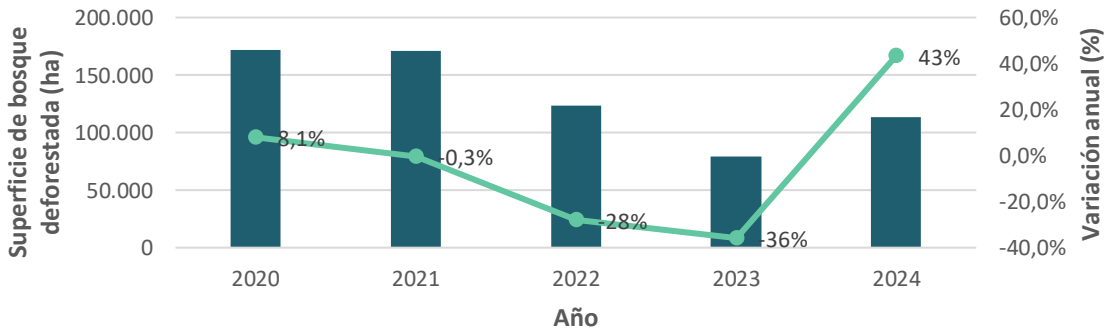


Figura 3-13. Dinámica de la deforestación en Colombia para el período 2020 – 2024 (ha)

Fuente: Elaboración propia basada en (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025)

En este sector se integran las plantaciones forestales comerciales, las cuales, durante el período 2020–2024, presentan una evolución caracterizada por leves fluctuaciones interanuales, aunque con una tendencia general de estabilidad. La superficie pasó de 540.430 hectáreas en 2020 a 549.611 hectáreas en 2024, lo que representa una variación acumulada de 1,7 % en el periodo analizado (Figura 3-14). Este comportamiento equivale a una tasa promedio anual de crecimiento de 0,4 %, lo que refleja un crecimiento moderado y sostenido (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2025b).

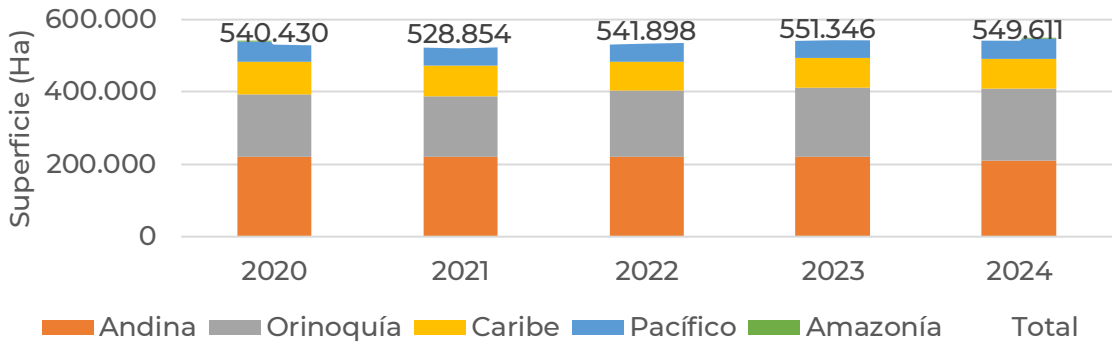


Figura 3-14. Superficie en plantaciones forestales comerciales para el período 2020-2024 (ha)

Fuente: Tomado de (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2025b)

A nivel regional, las plantaciones forestales comerciales tienen una distribución desigual (Tabla 3-4). La región Andina concentró la mayor superficie de plantaciones forestales comerciales durante todo el período analizado. No obstante, presentó una tendencia descendente continua, pasando de 220.687 ha en 2020 a 209.934 ha en 2024, equivalente a una disminución de 4,9 %. Su participación dentro del total nacional también se redujo, pasando de cerca del 40,8 % en 2020 a 38,2 % en 2024. Esto sugiere una pérdida relativa de liderazgo frente a otras regiones con mayor expansión reciente.

La región Orinoquía mostró el crecimiento más significativo del período. Las plantaciones aumentaron de 171.876 ha en 2020 a 198.021 ha en 2024, con un incremento acumulado de 15,2 %. Además, después de una caída en 2021, la región registró un crecimiento sostenido y acelerado entre 2022 y 2024. Como resultado, consolidó su importancia estratégica en el sector forestal, aumentando su participación nacional de 31,8 % a 36 %. Esta tendencia podría estar asociada a la disponibilidad de tierras, expansión de inversiones forestales y condiciones favorables para el establecimiento de plantaciones comerciales.

La región Caribe evidenció una tendencia decreciente a lo largo del período. El área plantada pasó de 91.367 ha en 2020 a 82.884 ha en 2024, lo que representa una disminución de 9,3 %. La reducción fue especialmente marcada entre 2020 y 2022, con una leve recuperación posterior. La participación regional dentro del total nacional cayó de 16,9 % a 15,1 %, reflejando una pérdida relativa de dinamismo forestal.

La región Pacífica presentó una evolución positiva y relativamente estable. Las plantaciones aumentaron de 55.049 ha en 2020 a 57.503 ha en 2024, equivalente a un crecimiento acumulado de 4,5 %. Aunque su participación nacional se mantuvo cercana al 10 %, la región mostró una recuperación sostenida después de la caída observada en 2021.

Y finalmente, la región de la Amazonía registró las menores superficies de plantaciones forestales comerciales del país, manteniéndose alrededor de 1.200 ha durante todo el período. Aunque presentó pequeñas fluctuaciones, su participación nacional fue inferior al 0,3 %, evidenciando una presencia muy limitada de este tipo de actividad forestal en la región, posiblemente asociada a restricciones ambientales, baja infraestructura o prioridades de conservación.

Tabla 3-4. Distribución regional de las plantaciones forestales comerciales para el período 2020-2024 (ha)

Región	2020	2021	2022	2023	2024
Andina	220.687	220.111	220.206	219.942	209.934
Orinoquía	171.876	167.678	183.341	192.967	198.021
Caribe	91.367	85.452	81.122	81.275	82.884
Pacífico	55.049	54.439	56.022	55.942	57.503
Amazonía	1.420	1.174	1.207	1.220	1.268
Total	540.430	528.854	541.898	551.346	549.611

Fuente: (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2025b)

Al considerar el rango etario, se observa a nivel nacional predominancia de las plantaciones forestales con edades que fluctúan entre 16 y 20 años (27 %) y entre 11 y 15 años (24 %), con una disminución en la superficie plantada en edades posteriores (Figura 3-15).

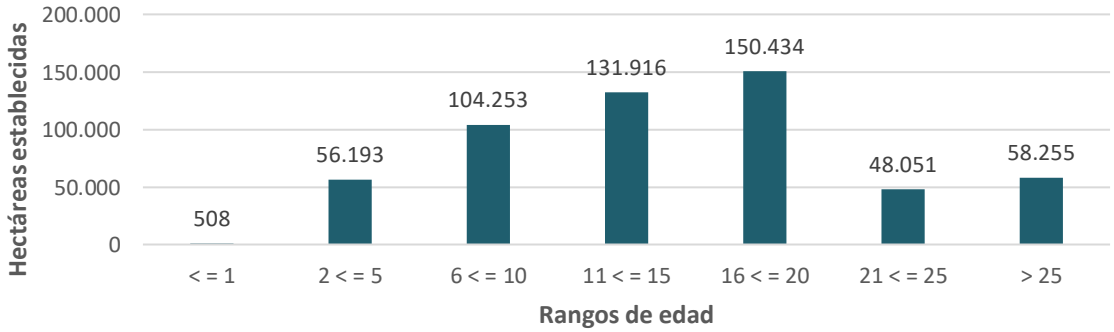


Figura 3-15. Distribución etaria de las plantaciones forestales comerciales en 2024 (ha)

Fuente: Tomado de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2025b

Dentro del conjunto de especies utilizadas para la reforestación comercial a nivel nacional se destacan las exóticas, encabezadas por Acacia mangium (*A. mangium*), el pino (*P. patula* y *P. caribaea*), el eucalipto (*E. grandis* y *E. pellita*) y la teca (*Tectona grandis*), que en conjunto suman el 55 % de las hectáreas plantadas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2025b).

Otro uso del suelo contemplado en este sector son los humedales. Sin embargo, para efectos descriptivos se hace énfasis en los humedales gestionados, entendidos como aquellos en los que el nivel freático se modifica de manera artificial o que han sido creados por actividad antrópica. En el país, los humedales artificiales tienen dos propósitos principales: la generación de energía y el abastecimiento de agua potable, aunque algunos también han sido destinados a la provisión de riego para cultivos.

Dentro de los asentamientos, el arbolado urbano es un componente clave de la estructura ecológica principal de las ciudades. Sin embargo, el país cuenta con información limitada sobre la magnitud de esta cobertura y su almacenamiento de carbono. Solo algunas ciudades disponen de inventarios relativamente actualizados de su componente forestal (Tabla 3-5). Es importante señalar que los censos del arbolado urbano realizados hasta la fecha solo consideran individuos ubicados en espacios públicos.

Tabla 3-5. Métricas del arbolado urbano de algunas ciudades colombianas

Ciudad	No. Árboles	Densidad (árboles/ha)	Proporción (árbol/habitantes)	Fuente
Bogotá	1.450 526	30	1:5	Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis", 2024)
Medellín y área metropolitana	850 000	76	1:03	Alcaldía de Medellín, 2024
Cali	382 655	31,3	8,3	CVC, 2024
Barranquilla	709 298	46	1:02	E.P.A. Barranquilla Verde, 2022
Cartagena	186 344	25	1:06	Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias, 2024
Bucaramanga	71 405	4	1:08	Gómez, et al., 2022

Fuente: Tomado de (IDEAM et al., 2024)

3.1.1.5.1. Avances en la tipificación de coberturas forestales y no forestales

En la NDC presentada en 2020, Colombia señaló algunas exclusiones de categorías asociadas al sector LULUCF debido a vacíos de información que esperaban ser subsanados en los años posteriores (República de Colombia, 2020a). En virtud de lo anterior, el país ha hecho esfuerzos para mejorar el "estado del arte" del conocimiento de algunas de estas categorías. En el marco de una alianza con la compañía estatal petrolera Ecopetrol, el Ideam inició un proceso de identificación de coberturas vegetales que resultan promisorias para la mitigación de emisiones de GEI asociadas al sector de uso del suelo y silvicultura. Para tal efecto, se llevó a cabo la representación espacial de las categorías bosque

y coberturas distintas a bosques; siendo el primero de ellos establecido con base en productos, protocolos y directrices del Ideam, a través del equipo del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC); mientras que el segundo se deriva de los mapas bienales nacionales de coberturas de la tierra elaborados bajo la metodología CORINE Land Cover (CLC), homologados a las categorías del IPCC para el reporte en LULUCF (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024); (IPCC, 2006). Dichas coberturas fueron delimitadas y se estableció una definición operativa oficial de alcance nacional, orientada a la contabilidad de las emisiones de GEI.

En la Tabla 3-6, se presenta la definición operativa para cada una de las coberturas priorizadas, adoptadas por el Ideam para la contabilidad del carbono y emisiones de GEI de tres subcategorías de la categoría bosque y dos coberturas distintas de bosque.

Tabla 3-6. Definiciones operativas para la contabilidad de carbono de bosque andino, galería y manglar; humedales y herbazales

Nombre	Descripción
Bosque de galería y ripario	Superficie conformada principalmente por árboles con presencia de arbustos, guaduas, palmas, hierbas y lianas con altura mínima de 5 m con densidad mínima de dosel de 30 %, alrededor de cuerpos de agua dulce permanentes o temporales naturales [1], con un ancho aproximado≥ de 50 m [2]. [1] Pueden ser inundables o no, de acuerdo con las condiciones de profundidad del cauce y la pendiente de la ribera, así como del régimen pluviométrico y el tipo de suelos. [2] Teniendo características geomorfológicas e hidrológicas-hidráulicas.
Bosque andino	Superficie ocupada por árboles con presencia de arbustos, guaduas, palmas, hierbas, lianas, epifitas con altura mínima de 5 m (in situ) con mínimo 30 % de densidad de dosel, se ubican en pisos térmicos frío y muy frío [3] en diferentes provincias de humedad Semiárido, Semihúmedo, húmedo, super húmedo [4] con alta nubosidad y nieblas frecuentes. [3] Pisos térmicos con temperaturas que fluctúan 6°C a 15°C (Caldas) [4] Según Lang.
Bosque de manglar	Superficie inundable costera [5], conformada por árboles con presencia de arbustos, palmas, hierbas y lianas, tolerantes a aguas salobres [6] con distribución determinada por el régimen de inundación mareal [7] donde predominan especies Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle pava *(Rhizophora racemosa*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle salado (*Avicennia germinans*) entre otras especies, con alturas superiores a 5 m con densidad mínima de dosel de 30 % [8]. [5] Procesos de inundación periódicos [6] Las zonas de transición con alturas menores 5 m, se definen Humedales Costeros. [7] Tolerancia a la sal [8] Dispersión depende de las corrientes marinas

Nombre	Descripción
Herbazales	Superficies de tierra firme [9] con cobertura vegetal predominantemente de plantas no lignificadas o apenas lignificadas [10], caracterizadas por la presencia de plantas perennes que forman una cobertura vegetal continua densa o abierta [11], donde la ausencia [12] de árboles y arbustos es notable. Incluye áreas naturales [13], con una extensión superior al área mínima cartografiable de acuerdo con la escala de trabajo [14]. [9] Tierra firme: áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones. Se excluyen: suelos permanentemente sobresaturados, periodos de lluvia (4-8 meses al año). Pág 52. CLC. (Ideam, 2010) [10] Que tiene consistencia blanda en todos sus órganos. [11] Denso: (>70 % de ocupación) – Abierta: 30 % - 70 %. [12] Ausencia: En ningún caso representarán más 30 % del área total de la unidad. [13] Incluyen áreas con vegetación herbácea nativa, incluso si presentan pastoreo extensivo sin introducción de especies o manejo activo. Excluyen pastizales sembrados con especies no nativas [14] Seguir UMC de acuerdo con especificaciones técnicas para elaboración mapa coberturas de la tierra IGAC, Resolución 197 de 2022 - Ejemplo Escala 1:100.000 – área mínima cartografiable 25ha
Humedales naturales continentales	Tierra, saturada permanente o temporalmente de agua, en donde se desarrollan suelos hidromórficos [15] y vegetación hidrófita [16] de extensión superior al área mínima cartografiable a escala nacional [17]. [15] suelo saturado de agua o que permanece inundado una parte del año (presenta evidencia de inundación periódica). [16] organismo vegetal que habita en ecosistemas acuáticos y que completa su ciclo vital en condiciones alternantes de lluvia y sequía, incluye plantas arbustivas y herbáceas. [17] 25 ha
Tierras medias y bajas	Tierra ocupada por cuerpos de agua dulce natural sin influencia de las mareas, ubicada en un rango altitudinal de entre 0 y 2.800 m.s.n.m.
Costeros	Tierra ocupada por cuerpos de agua natural influenciado por las mareas, en donde se desarrolla vegetación halófita [18]. [18] Tolerante a aguas salobres, con alturas menores a 5 m y con hábitos arbustivos, herbáceos entre otros.
Altoandinos/ Turberas	Tipo de humedal que se caracteriza por presentar suelos orgánicos, saturados de agua, de 40 o más cm de espesor, cuya masa seca está conformada por al menos 30 % de materia orgánica muerta formada por musgos, plantas formadoras de cojines, algunas herbáceas y arbustos, ubicado por encima de los 2.800 m.s.n.m.

Fuente: Adaptado de Ideam, 2025

Es preciso señalar que al subcategorizar la cobertura “bosque” en bosque andino, bosque de galería y bosque de manglar no se pretenden generar categorías independientes de reporte a nivel nacional, sino que corresponden a ámbitos geográficos priorizados del bosque natural, definidos a partir de la definición oficial de bosque para la contabilidad de emisiones. Estos contextos geográficos permiten analizar de manera diferenciada el comportamiento de las coberturas específicas dentro del conjunto del bosque natural sin que ello implique una redefinición de la cobertura nacional de bosque tal como viene siendo utilizada en los reportes oficiales del país, asegurando de esta forma que no exista doble contabilidad en el reporte de las emisiones de bosques, puesto que solo constituye una desagregación de las emisiones totales del bosque nacional.

En el presente reporte se hace énfasis en aquellas categorías que no han sido previamente documentadas por el país como los humedales y los herbazales. En lo que respecta a los primeros, se realizaron las estimaciones de emisiones y absorciones de CO_2 asociadas a las pérdidas y ganancias de cobertura de humedales naturales continentales hacia las demás categorías de uso del suelo para el periodo 2001–2022. Las estimaciones se desarrollaron de acuerdo con la metodología del IPCC, empleando factores de emisión de nivel TIER 2 con datos nacionales. Aún persisten vacíos de información respecto a los humedales costeros por lo que esta subcategoría no fue considerada dentro de este análisis.

En cuanto a los herbazales, se presentan limitaciones para caracterizar los contenidos de carbono asociados a estos ecosistemas, lo que restringe la capacidad de estimar con mayor precisión los flujos de carbono derivados de los cambios de uso del suelo dentro de la categoría de pastizales. En virtud de lo anterior, se adelantó la incorporación de los herbazales como subcategoría diferenciada dentro de pastizales, respondiendo al plan de mejora propuesto por el inventario nacional de GEI dentro de la correspondiente categoría.

Para el caso de herbazales de tierra firme se identifica un vacío de información asociado a las coberturas de herbazales de tierra firme, las cuales hasta el momento han sido incluidas de manera agregada dentro de la categoría de pastizales en el INGEI. En respuesta a este vacío, el plan de mejora del inventario propone la inclusión de una nueva subcategoría denominada “herbazales” dentro de la categoría de pastizales, de conformidad con las Directrices del IPCC (2006), con el fin de refinar las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI asociadas a esta cobertura no boscosa.

La incorporación de la subcategoría de herbazales se orienta a la contabilización de las emisiones y absorciones de CO_2 derivadas de los cambios en la cobertura de herbazales hacia otras categorías de uso del suelo, así como de las conversiones desde otras coberturas hacia herbazales. Las estimaciones de emisiones de GEI asociadas a esta subcategoría, se desarrollan de acuerdo con las directrices del IPCC, priorizando el uso de datos de actividad de origen nacional y factores de emisión ajustados a las condiciones del país, con énfasis en el compartimiento de carbono orgánico del suelo (COS) y la biomasa asociada.

No obstante, se reconoce que persisten limitaciones de información relacionadas con la delimitación precisa de las áreas de herbazales, la caracterización de sus subtipos ecológicos y la disponibilidad de datos específicos por compartimento de carbono, lo cual constituye una prioridad para el fortalecimiento del sistema de monitoreo.

La estimación se basa exclusivamente en los cambios de cobertura hacia otros usos de la tierra, considerando las emisiones de CO_2 derivadas de la pérdida de biomasa asociada a dichas transiciones. No se incluyeron las emisiones y

absorciones relacionadas con procesos de regeneración, manejo, ni aquellas derivadas de incendios en herbazales, debido a la limitada disponibilidad de información a escala nacional. Para efectos de la contabilidad nacional de emisiones y absorciones, se adopta como supuesto metodológico el tratamiento de todas las áreas correspondientes a esta cobertura como una unidad homogénea, sin realizar una diferenciación técnica explícita entre los distintos subtipos ecológicos que la conforman, tales como sabanas naturales, herbazales de alta montaña o ecosistemas de páramo.

Este supuesto facilita la transición hacia un enfoque metodológico Tier 2, mediante la aplicación de factores de emisión nacionales desarrollados para el carbono orgánico del suelo (COS) y la biomasa asociada a esta cobertura. No obstante, el país reconoce que, dicho enfoque constituye una simplificación necesaria derivada de las limitaciones actuales en la disponibilidad, resolución y consistencia de la información a escala nacional. En este sentido, la desagregación ecológica y espacial de los herbazales se identifica como una prioridad dentro del plan de mejora continua.

Finalmente, los potenciales de mitigación derivados de estos ecosistemas se presentan en la sección sobre otra información relevante considerando lo indicado en la MPG 103 (ver sección 3.7 - Otra información relevante).

3.1.1.6. Sector residuos

El sector residuos se divide en aquellos considerados peligrosos y no peligrosos. En el presente apartado se complementa y actualiza información sobre el sector.

3.1.1.6.1. Residuos sólidos no peligrosos

En el período 2020–2024, la disposición de residuos sólidos en Colombia registró un incremento acumulado de 4,7 %, al pasar de 11,6 millones de toneladas en 2020 a 12,15 millones de toneladas en 2024. Este comportamiento equivale a una variación promedio anual de 1,1 %, lo que evidencia una tendencia moderada de crecimiento en la cantidad de residuos dispuestos durante el periodo analizado (*Figura 3-16*).

A nivel departamental la mayor generación de residuos se presenta en Bogotá (6.364,12 t/día), Antioquia (4.322,5 t/día), Valle del Cauca (3.285,26 t/día), Atlántico (2.677,08 t/día), Bolívar (2.185,39 t/día) y Cundinamarca (2.014,08 t/día); en tanto que los departamentos de Vaupés (4,62 t/día), Guainía (17,53 t/día), Vichada (25,94 t/día), Amazonas (28,14 t/día), Guaviare (42,73 t/día), Archipiélago de San Andrés y Santa Catalina (81,04 t/día) son los de menor carga de desechos (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), 2025).

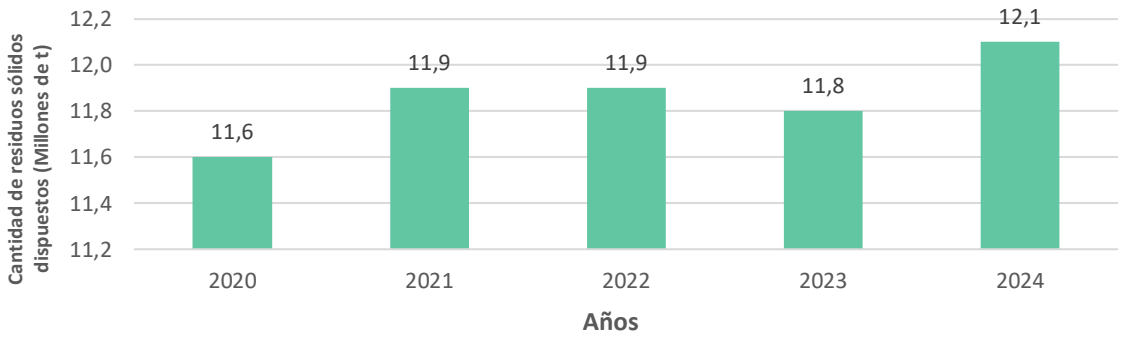


Figura 3-16. Disposición de residuos sólidos (t)

Fuente: Tomado de Superservicios, 2025

Entre 2020 y 2024, el número de sitios de disposición final de residuos sólidos registró una disminución, al pasar de 281 sitios en 2020 a 249 en 2024, lo que equivale a una variación acumulada de −11,4 % durante el período analizado (*Figura 3-17*). Este comportamiento corresponde a una tasa promedio de decrecimiento cercana al −3 %.

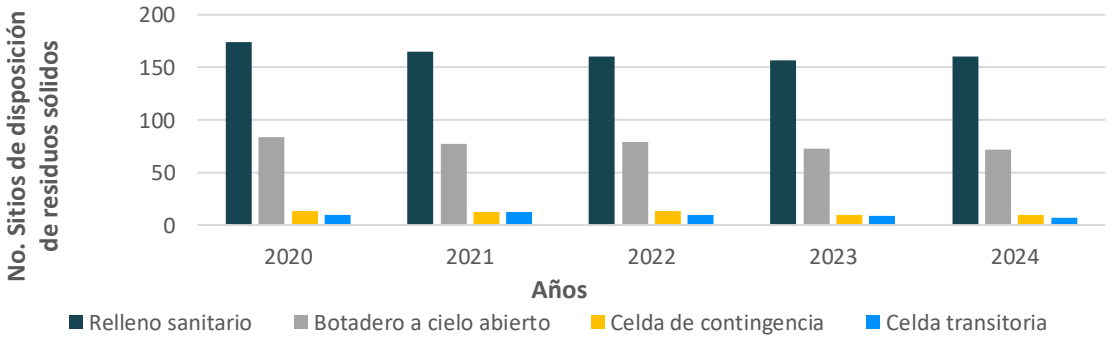


Figura 3-17. Cantidad de sitios de disposición final de residuos sólidos

Fuente: Elaboración propia con base en Superservicios (2025)

El 68,27 % de los sitios de disposición final identificados están clasificados como autorizados (relleno sanitario), mientras que el 31,73 % restante se categoriza como no autorizados (botadero a cielo abierto y celda de contingencia), lo que refleja cambios favorables respecto a 2023, con un incremento en los sitios autorizados y una consecuente disminución en los no autorizados. Es importante tener en cuenta que los sitios no autorizados, han recibido un llamado del Gobierno Nacional para cerrar estas infraestructuras y, en su lugar, llevar los residuos sólidos a sitios autorizados que generen un menor impacto ambiental y cuyos costos de operación estén incluidos en el cobro de la tarifa del servicio público de aseo (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), 2025).

3.1.1.6.2. Residuos peligrosos

Entre 2020 y 2024, la generación de residuos peligrosos presentó un comportamiento variable, con un incremento sostenido hasta 2023 y una reducción en 2024. La cantidad generada pasó de 499.678 toneladas en 2020 a 540.483 toneladas en 2024. No obstante, en 2024 se registró una disminución del 25 % respecto a 2023 (Figura 3-18). Esta disminución podría estar asociada a la menor producción anual de hidrocarburos y a la reducción en el número de establecimientos del sector manufacturero que reportan por primera vez en el Registro Único Ambiental - RUA, con 1.999 establecimientos menos en comparación con 2023 (Instituto de Hidrología, 2025).

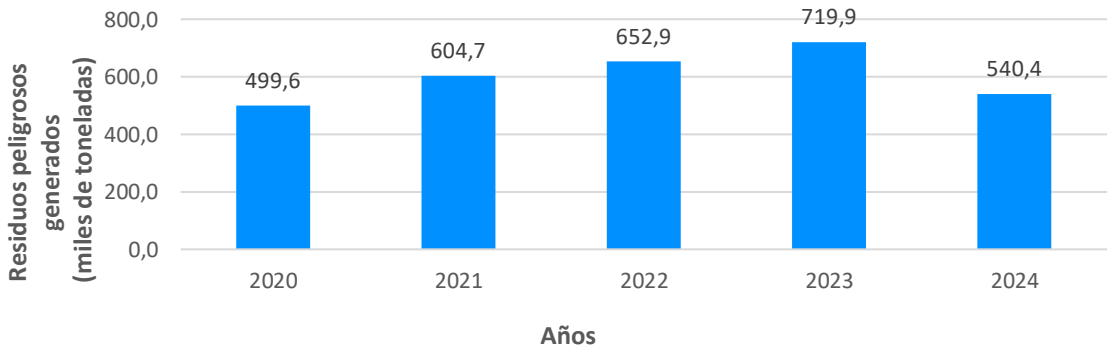


Figura 3-18. Generación de residuos peligrosos (t) 2020-2024

Fuente: Tomado de Ideam, 2025

La principal fuente de generación de residuos peligrosos proviene del sector de hidrocarburos y de actividades asociadas a servicios hospitalarios y de apoyo diagnóstico, tal como se muestra en la Tabla 3-7.

Tabla 3-7. Principales fuentes de generación de RESPEL (t) 2020-2024

Tipo de RESPEL	2020	2021	2022	2023	2024
Mezclas de hidrocarburos y agua Y9-4060	230.035	367.056	416.312	475.539	359.726
Desechos clínicos Y1-A4020	63.426	62.909	60.416	58.615	65.917
Aceites minerales (Y8-A3020)	28.582	28.864	32.640	38.178	32.474

Fuente: Tomado de (Ideam, 2025)

De acuerdo con las clasificaciones presentadas en la tabla anterior, la gestión y disposición final de estas corrientes de residuos exige la implementación de tecnologías especializadas que garanticen el tratamiento de sus riesgos inherentes. En el caso específico de los desechos clínicos y hospitalarios, el tratamiento térmico mediante incineración se mantiene como una práctica

operativa fundamental, dada la necesidad de asegurar la destrucción de agentes biológicos y patógenos.

Las cifras sectoriales indican que aproximadamente el 42 % del volumen total tratado para esta categoría se gestiona bajo dicha tecnología. Sin embargo, la dinámica de combustión propia de este proceso especialmente frente a la composición heterogénea (biosanitarios, cortopunzantes, animales, anatomopatológicos) de los residuos deriva en la generación de material particulado. En consecuencia, esta etapa operativa constituye una fuente representativa de emisión de carbono negro, estableciendo un vínculo directo entre las necesidades de gestión de residuos peligrosos y los desafíos en materia de calidad del aire y control de emisiones atmosféricas del sector.

3.1.2. Factores incidentes en el perfil nacional de emisiones y absorciones de GEI para el período de reporte

Para este BTR, se realizó un análisis de los principales factores que impulsan los cambios en las emisiones de GEI del sector energía entre 2005-2024. Bajo ese entendido, se aplicaron de forma articulada tres herramientas metodológicas complementarias: la Identidad de Kaya, la descomposición LMDI y el Índice de Tapio. Las tres metodologías utilizadas son secuenciales y se refuerzan mutuamente. Kaya establece el marco estructural, LMDI lo cuantifica año a año, y Tapio lo sintetiza en una clasificación interpretable para elaboración de política pública. A continuación, se explican las metodologías previamente señaladas.

3.1.2.1. Identidad de Kaya

La identidad de Kaya es una herramienta que descompone los factores o indicadores que impulsan los cambios en las emisiones de CO_2eq. En este caso se aplica al sector energía en cuatro factores: población, PIB per cápita (PIB / población), intensidad energética (consumo final de energía/PIB) e intensidad de carbono (emisiones energía / consumo final de energía) (Tavakoli, 2017). El producto de estos cuatro factores es exactamente igual a las emisiones totales en cada año del sector energía.

Cuando se normalizan los cuatro factores respecto al año base 2005, se puede comparar sus trayectorias en una escala común, independientemente de sus unidades originales (Figura 3-19).

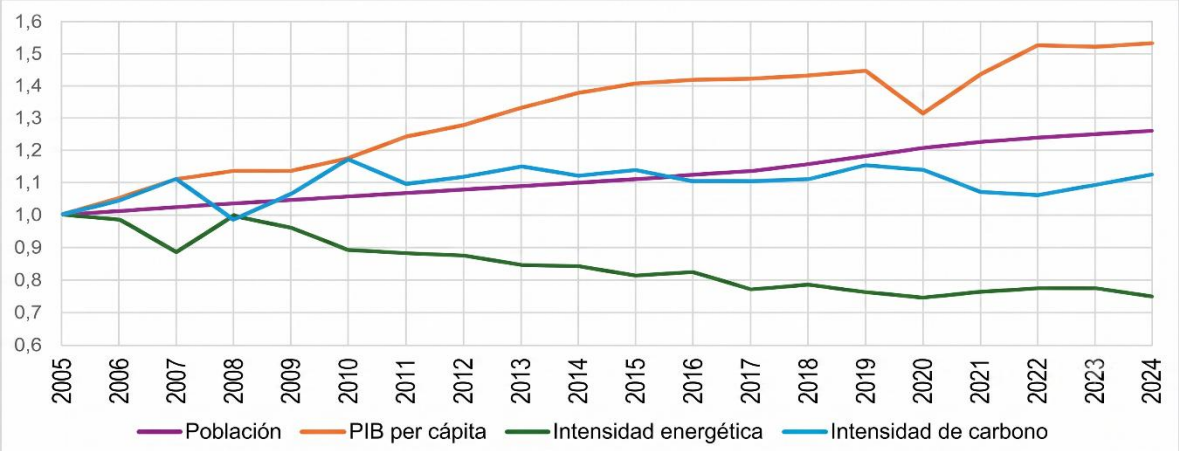


Figura 3-19. Identidad de Kaya (normalizada al 2005)

Fuente: Elaboración propia con datos de cuentas nacionales y población del DANE y consumos de energía final de la UPME.

Según los cálculos realizados con datos de Colombia, al aplicar esta identidad para los años 2005 a 2024, se puede observar lo siguiente:

- La población evidencia un crecimiento sostenido a lo largo del periodo de análisis. Este incremento, aunque moderado, creció aproximadamente 26 % en 2024 respecto de 2005, lo que refleja una presión estructural constante sobre la demanda de energía y, en consecuencia, sobre las emisiones. No obstante, su comportamiento relativamente estable sugiere que no constituye el principal factor explicativo de las variaciones observadas.
- El PIB per cápita presentó la tendencia más pronunciada de crecimiento, consolidándose como el principal motor de presión sobre las emisiones. Desde 2005, esta variable mostró un aumento sostenido de 45 % en 2019 respecto del 2005, seguido de una caída significativa en 2020, asociada a los efectos económicos de la pandemia por COVID-19 y una posterior recuperación en 2021. Este comportamiento pone de manifiesto la estrecha relación entre el crecimiento económico por habitante y el aumento potencial de emisiones, en ausencia de transformaciones estructurales profundas en los sistemas productivos. Esto es consistente con lo observado a nivel internacional, donde el crecimiento económico (medido en PIB) y sus principales componentes (PIB per cápita y crecimiento poblacional) se han mantenido como los principales motores de las emisiones de GEI en la última década, siguiendo una tendencia de largo plazo. A nivel mundial, el PIB per cápita, se mantuvo como el motor definitivo de los incrementos de emisiones, y consumos de energía hasta el año 2015, donde se ven los primeros indicios de un desacople modesto (Dhakal et al., 2022).
- La intensidad energética fue el único factor con tendencia decreciente a lo largo del periodo analizado, con una reducción de 25 % en 2024 respecto del 2005. Este resultado indica una mejora sostenida en la eficiencia

energética, es decir, una reducción en la cantidad de energía requerida por unidad de producto. Dicho comportamiento constituye un elemento positivo en términos de mitigación, ya que contribuye a desacoplar parcialmente el crecimiento económico del consumo energético. Estas reducciones en la intensidad energética son consistentes con indicadores a nivel regional y global, y son resultado de innovaciones tecnológicas, cambios estructurales, incentivos fiscales, inversión directa, así como una mayor eficiencia económica en sectores subyacentes (transporte, industria, entre otros) (Dhakal et al., 2022).

- Por último, la intensidad de carbono presentó una dinámica más volátil y sin una tendencia clara de reducción ni crecimiento. A lo largo del periodo, esta variable osciló alrededor del valor base, con incrementos puntuales que alcanzaron niveles superiores a 1,1 que corresponden a episodios de sustitución térmica en la generación eléctrica. A medida que el consumo de energía aumentó, la canasta de energéticos que lo respaldó mantuvo una composición estable. La proporción entre fuentes de bajas y altas emisiones no cambió de forma estructural, lo que explica que la intensidad de carbono no mostrara una tendencia sostenida ni de reducción ni de aumento, salvo en los picos ya mencionados.

La Figura 3-20 presenta la evolución normalizada del PIB a precios constantes y de las emisiones brutas del módulo de energía durante el periodo 2005–2024. Las dos variables muestran una tendencia creciente, lo que evidencia una relación positiva entre la actividad económica y las emisiones de GEI provenientes del sector energético. Sin embargo, el ritmo de crecimiento no es homogéneo entre ambas. A partir de 2011 se abre una brecha progresiva. El PIB acumuló aproximadamente un 75 % de crecimiento respecto a 2005, mientras las emisiones crecieron aproximadamente un 42 %.

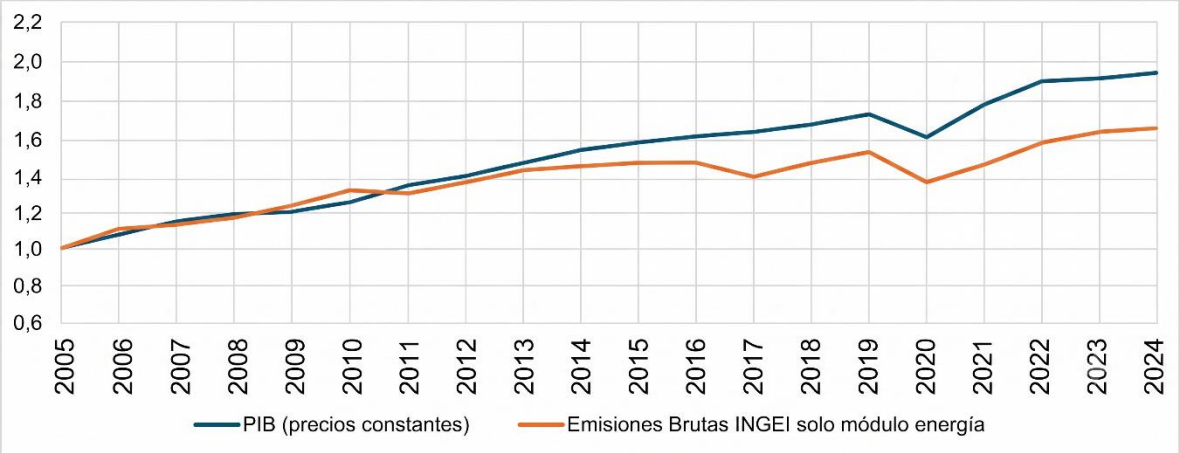


Figura 3-20. Emisiones de GEI sector energía vs PIB (precios constantes), normalizado a 2005

Fuente: Elaboración propia con datos de cuentas nacionales DANE.

En 2020 se observa una caída simultánea y simétrica de ambas variables. Este comportamiento es consistente con los impactos económicos derivados de la pandemia por COVID-19, que redujo la actividad productiva y, en consecuencia, el consumo de energía. Posteriormente, en 2021, ambas variables muestran una recuperación, aunque el PIB alcanza un nivel superior al observado antes de la caída, evidenciando un efecto rebote de este indicador.

En conclusión, durante el período 2005–2024, la economía colombiana creció significativamente más rápido que sus emisiones energéticas. Esta divergencia es atribuible principalmente a la mejora sostenida en intensidad energética, que compensó parcialmente el efecto expansivo del crecimiento económico. Sin embargo, las emisiones absolutas siguieron creciendo en la mayor parte del período, lo que indica que el desacople fue relativo y no absoluto.

3.1.2.2. Descomposición anual de las emisiones energéticas: análisis LMDI6

La descomposición LMDI asigna el cambio anual de emisiones a cada uno de los cuatro factores de la identidad de Kaya, usando como ponderación la media logarítmica de las emisiones entre dos años consecutivos. Esta ponderación garantiza que la suma de los cuatro efectos sea exactamente igual al cambio total observado, sin residuo. Un efecto positivo indica que ese factor contribuyó a aumentar las emisiones ese año; un efecto negativo indica que contribuyó a reducirlas. La magnitud refleja el peso relativo de cada factor en el cambio total (Figura 3-21).

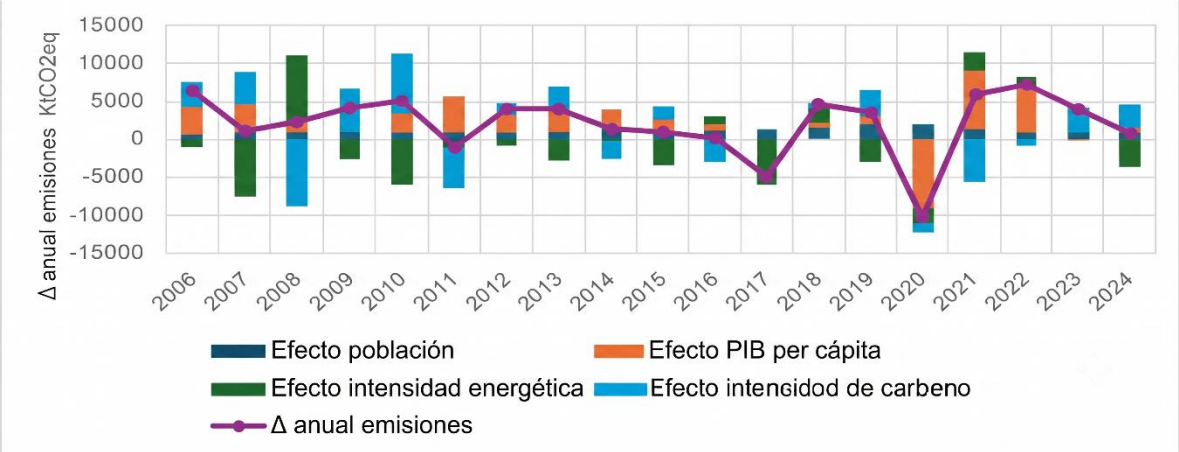


Figura 3-21. Variación anual de emisiones del sector energía y su descomposición

Fuente: Elaboración propia

6 El Índice de Divisia Media Logarítmica (LMDI, por sus siglas en inglés) es ampliamente usado para analizar la contribución de varios factores a las emisiones de carbono ***(Jiang & Xie, 2024)***

El efecto PIB per cápita fue positivo en prácticamente todos los años del período, consolidándose como el motor más consistente del crecimiento de emisiones. Su magnitud absoluta creció con el tiempo, reflejando que a medida que el producto por habitante aumenta genera incrementos de emisiones. Su efecto se vuelve más difuso después del 2015.

El efecto intensidad energética fue negativo en la mayoría de los años, operando como el principal factor mitigador del período. Su contribución como factor reductor fue estable y gradual, sin depender de años específicos ni de variaciones puntuales, lo que confirma su carácter estructural.

El efecto intensidad de carbono fue el más volátil de los cuatro factores. Alternó entre contribuciones positivas y negativas de gran magnitud sin una tendencia definida, determinando en varios años si el cambio neto de emisiones fue positivo o negativo. Su comportamiento fluctuante contrasta con la estabilidad de los otros tres factores.

El efecto poblacional fue positivo y constante a lo largo de todo el período, pero de magnitud reducida frente a los demás factores, convirtiéndolo en un factor con marcada tendencia incremental y de comportamiento predecible (Figura 3-22).

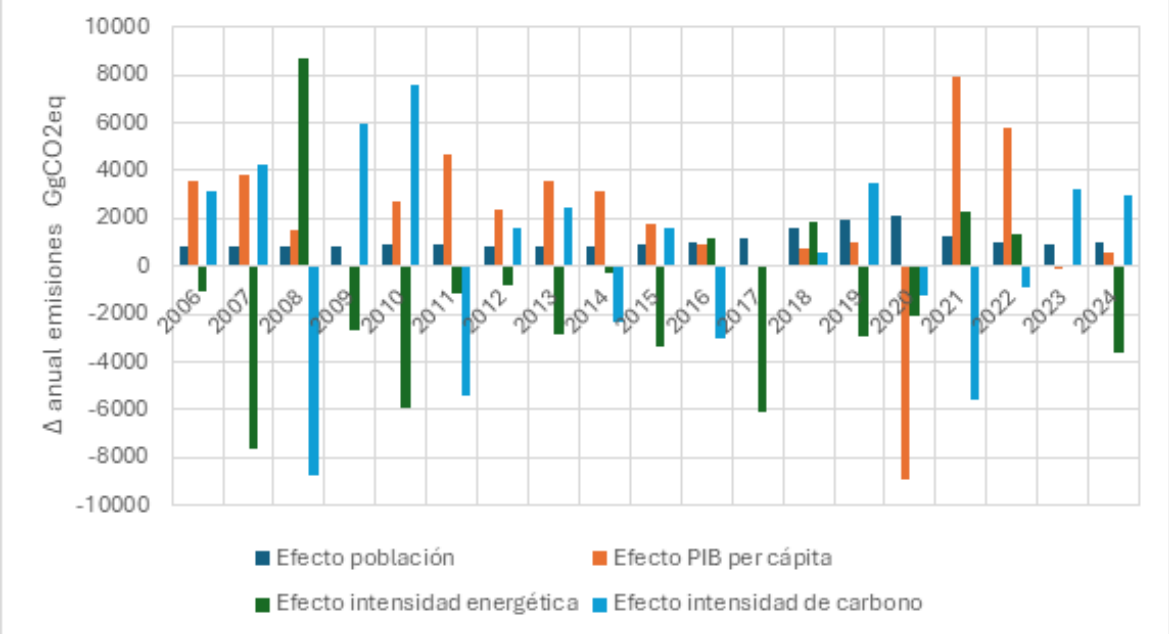


Figura 3-22. Descomposición de la variación anual de emisiones de Energía ($ktCO_2eq$)

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que el crecimiento económico fue el principal determinante estructural del aumento de las emisiones energéticas en Colombia durante el

periodo 2005–2024, y en menor medida el crecimiento de la población, mientras la mejora en eficiencia energética actuó como su contrapeso más confiable. Por su parte, la intensidad de carbono no contribuyó de manera estructural a la mitigación, ya que su comportamiento fue predominantemente reactivo y posiblemente condicionado por factores climáticos, amplificando o atenuando las emisiones según las condiciones hidrológicas de cada año.

3.1.2.3. Índice de Tapio: patrones de desacople entre crecimiento económico y emisiones energéticas

El índice de Tapio clasifica la relación entre crecimiento económico y crecimiento de emisiones en cada año a partir de una elasticidad simple: el cociente entre la tasa de variación de las emisiones y la tasa de variación del PIB (Jiang & Xie, 2024). Según el signo y la magnitud de esa elasticidad, y el signo de cada variable por separado, cada año queda asignado a uno de seis estados posibles:

Desacople absoluto: ocurre cuando el PIB crece y las emisiones caen simultáneamente. Es el estado más favorable desde la perspectiva climática porque implica que el crecimiento económico se produjo con una reducción efectiva de la huella de carbono energética.

Desacople relativo: ocurre cuando tanto el PIB como las emisiones crecen, pero las emisiones lo hacen a un ritmo menor. La elasticidad es positiva pero inferior a 0,8. Es el estado más común en economías en crecimiento con mejoras graduales de eficiencia. Si bien no es la situación ideal, indica que la economía se está desvinculando progresivamente de sus emisiones.

Acoplamiento: ocurre cuando el PIB y las emisiones crecen al mismo ritmo, con una elasticidad cercana a 1 (entre 0,8 y 1,2). No hay avance ni retroceso en la relación entre economía y carbono, ya que el crecimiento económico impulsa las emisiones de forma proporcional.

Desacople negativo expansivo: ocurre cuando el PIB crece, pero las emisiones crecen más rápido, con una elasticidad superior a 1,2. Es la situación más desfavorable en un contexto de expansión económica porque implica que el crecimiento está intensificando la huella de carbono en lugar de reducirla.

Desacople recesivo: ocurre cuando tanto el PIB como las emisiones caen simultáneamente. La reducción de emisiones en este caso no refleja una mejora estructural sino una contracción de la actividad económica, por ello, se trata de una mejora aparente que desaparece cuando la economía se recupera.

Desacople negativo fuerte: ocurre cuando el PIB cae y las emisiones suben. Es el estado más desfavorable en términos absolutos porque combina deterioro económico con aumento de emisiones.

Esta clasificación permite ir más allá de la tendencia agregada e identificar la naturaleza del vínculo entre economía y emisiones año a año, distinguiendo entre mejoras estructurales genuinas, episodios coyunturales, y deterioros de la relación. Aplicada sobre una serie de tiempo, produce un mapa de la trayectoria de desacople que es directamente interpretable para política climática (Tabla 3-8).

Tabla 3-8. Resultados índices de Tapio e interpretación

Años	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Estado Desacople según Tapio																			
Ocurrencia Fenómeno de El Niño	FN_{db}	FN_{db}		FN_{md}	FN_{md}				FN_{db}	FN_{mf}	FN_{mf}		FN_{db}	FN_{db}				FN_{ft}	

Estado tapio	Interpretación
Desacople absoluto	El PIB creció y las emisiones cayeron — la situación ideal de mitigación.
Desacople relativo	El PIB y las emisiones crecieron, pero las emisiones crecieron más lento que el PIB.
Acoplamiento	Las emisiones crecieron al mismo ritmo que el PIB — no hay progreso de desacople.
Desacople negativo	Las emisiones crecieron más rápido que el PIB — la peor situación en expansión.
Desacople recesivo	El PIB y las emisiones cayeron juntos — mejora aparente pero no estructural.
Desacople negativo fuerte	El PIB cayó, pero las emisiones siguieron subiendo — la peor situación posible.

Abreviaturas:
FN_{db} = Fenómeno de El Niño débil
FN_{md} = Fenómeno de El Niño moderado
FN_{ft} = Fenómeno de El Niño fuerte
FN_{mf} = Fenómeno de El Niño muy fuerte

Fuente. Elaboración propia.

El estado más frecuente del período fue el desacople (absoluto y relativo), presente en 8 de los 19 años analizados. Este resultado es consistente con la brecha progresiva observada a mediados de la década del 2010 en la *Figura 3-20* (Emisiones de GEI sector energía vs PIB).

El desacople absoluto ocurrió en los años 2011 y 2017, los únicos en que el PIB creció mientras las emisiones cayeron en términos absolutos, siendo los episodios de mayor desvinculación estructural entre economía y carbono del período. El desacople negativo expansivo se observa en 6 años (2006, 2009, 2010, 2012, 2018 y 2023) en los que las emisiones crecieron más rápido que el PIB. Cinco de estos seis años coinciden con episodios documentados del Fenómeno de El Niño, lo que sugiere un mecanismo causal: la reducción de disponibilidad hídrica forzó la sustitución de generación hidroeléctrica por térmica, elevando la intensidad de carbono del sistema eléctrico por encima de su tendencia estructural.

El acoplamiento ocurrió en 4 años (2008, 2013, 2019 y 2022) donde el PIB y las emisiones crecieron al mismo ritmo, sin avance ni retroceso en la relación de desacople. El desacople recesivo se presentó únicamente en 2020, año en que tanto el PIB como las emisiones cayeron simultáneamente por efecto de la pandemia COVID-19. La mejora en emisiones de ese año no refleja un cambio estructural sino un choque exógeno, y debe interpretarse de forma independiente al resto de la serie.

El desacople negativo fuerte donde el PIB cae y las emisiones suben, no se registró en ningún año del período analizado, lo que representa un resultado favorable desde la perspectiva de las circunstancias nacionales.

En conclusión, el patrón dominante del período analizado fue el desacople tanto relativo como absoluto. Los datos evidencian que es posible considerar que la amenaza a ese patrón no proviene exclusivamente de la estructura económica sino de la vulnerabilidad climática del sistema eléctrico colombiano.

En particular, los años de desacople negativo expansivo coinciden en la mayoría de las veces con el Fenómeno de El Niño, evidenciando que la dependencia hídrica de la matriz eléctrica introduce una volatilidad exógena en las emisiones de la categoría de Energía.

3.1.2.4. Conclusiones de los análisis de desacoplamiento de emisiones

Con base en los análisis efectuados y previamente explicados, se presentan las siguientes conclusiones:

- Durante el período 2005–2024, las emisiones energéticas de Colombia crecieron en términos absolutos, pero a un ritmo significativamente menor que el de la economía. Este resultado es consistente a través de los tres enfoques metodológicos aplicados: la trayectoria de los factores de la identidad de Kaya muestra una divergencia progresiva entre el

crecimiento económico y las emisiones, la descomposición LMDI confirma que la mejora en la intensidad energética operó como contrapeso estructural al crecimiento del PIB, y el índice de Tapio clasifica la mayoría de los años del período como desacople.

- El factor que impulsó de manera más consistente las emisiones fue el crecimiento del PIB per cápita, mientras que el principal factor de contención fue la mejora en la intensidad energética. Estos dos determinantes operaron de forma estable y predecible a lo largo del período analizado.

- La intensidad de carbono fue el factor de mayor volatilidad interanual y el que introduce mayor incertidumbre en la trayectoria de emisiones. Su comportamiento está determinado principalmente por las condiciones hidrológicas del país. En ese sentido, los episodios de desacople negativo expansivo identificados por el índice de Tapio coinciden en la mayoría de las veces con años de Fenómeno de El Niño, evidenciando que la variabilidad climática es un condicionante estructural del perfil de emisiones energéticas colombiano.

3.1.3. Arreglos institucionales y dispositivos jurídicos para el seguimiento a la implementación y cumplimiento de la NDC

La gestión efectiva del cambio climático en Colombia requiere de una sólida estructura institucional y un marco jurídico adecuado que respalde las acciones nacionales de mitigación y adaptación. Estos arreglos institucionales y dispositivos jurídicos son esenciales para garantizar la coordinación entre las diversas entidades involucradas, así como para establecer las bases legales que guían las políticas climáticas del país.

Los arreglos institucionales para la gestión del cambio climático en Colombia comprenden una variedad de instrumentos que pueden clasificarse en: normativos, de planificación, de gestión, económicos y financieros, así como en sistemas de información tal y como se explica a continuación (Instituto de Hidrología et al., 2021).

a) Instrumentos económicos y financieros

La Ley de Cambio Climático también establece diversos instrumentos económicos y financieros para la gestión del cambio climático. Entre los instrumentos económicos se creó el Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión de GEI (PNCTE), que involucra un mercado de carbono de cumplimiento

de tipo tope y subasta, donde se establecen límites máximos de emisiones de GEI para agentes regulados en un periodo de cumplimiento. Actualmente, este programa se encuentra en fase de reglamentación por parte del gobierno nacional, así como del desarrollo de criterios técnicos, financieros y sancionatorios aplicables para su funcionamiento.

b) Sistemas de información

El SNICC es el sistema oficial de coordinación y articulación institucional, sectorial y territorial que facilita la gestión y divulgación de datos e información sobre cambio climático. Este sistema fue descrito previamente en el subcapítulo 1.8 Sistemas de información para el cambio climático.

En el marco de este sistema, la Resolución 1447 de 2018 define el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de acciones de mitigación a nivel nacional como el conjunto de actores, políticas, planes, estrategias, procesos, subsistemas y tecnologías a cargo de la gestión de la información de cambio climático. Dicho sistema tiene como propósito proveer insumos para la toma de decisiones de los actores implicados en la gestión del cambio climático según la PNCC.

En virtud de lo anterior, hacen parte del Sistema MRV de acciones de mitigación a nivel nacional: el Registro Nacional de Reducción de Emisiones de GEI (Renare), el Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI), el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) y el Sistema Nacional de Inventarios de Gases Efecto Invernadero (Singei). Por otro lado, el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), el Inventario Forestal Nacional (IFN) y el SMByC son instrumentos reglamentados por el Decreto 1655 de 2017. Según la Ley de Cambio Climático, estos son los instrumentos oficiales que permiten la formulación de políticas y normas para la planificación y gestión sostenible de los bosques naturales en Colombia y que contribuyen con la gestión del cambio climático.

Debe señalarse que el sistema MRV de acciones de mitigación a nivel nacional es administrado por el Ideam bajo los lineamientos y orientaciones de la Dirección de Cambio Climático y de Gestión del Riesgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

3.1.3.1. Marco legal y de política pública que ampara la aplicación y el cumplimiento de la NDC

La jurisprudencia nacional que cobija la aplicación y el cumplimiento de la NDC fue presentada de forma detallada en el primer Reporte Bienal - BTR1 de Transparencia por lo que en virtud de lo establecido en el parágrafo 63 del

Capítulo III del Anexo de la Decisión 18 / CMA.1, se remite a los interesados a consultar la Tabla 2.6 del referido documento[7] en la que se encuentra una síntesis cronológica de la normativa y política pública sobre cambio climático surgida de manera previa al año 2021. En la Tabla 3-9 se complementa la información que fue presentada en la Tabla 2.7 del BTR1 en la cual se registraron las políticas y normativa que emergieron en el país a partir del año 2021 y hasta el primer semestre de 2024. En consecuencia, se incorpora la información más reciente hasta diciembre de 2025.

Tabla 3-9. Normativa expedida para el período 2021 – 2025.

Instrumento normativo	Descripción
Ley 2099 de 2021	Transición y Mercados Energéticos.
CONPES 3991 (2020)	Por la cual se establece la Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional.
CONPES 4058 (2021)	Contiene la política pública para reducir las condiciones de riesgo de desastres y adaptarse a los fenómenos de la variabilidad climática.
Resolución 40350 de 2021	Modificación del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático para el sector Minero Energético.
Resolución 355 de 2021	Adopción del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del sector Agropecuario – PIGCCS.
Resolución 1066 de 2021	Adopción del Plan integral de Gestión del Cambio Climático del Sector Comercio, Industria y Turismo – PIGCCS.
Resolución 000077 de 2021	Adopción del Plan de Ordenamiento Productivo del arroz en Colombia 2020 - 2030".
Ley 2232 de 2022	"Por la cual se establecen medidas tendientes a la reducción gradual de la producción y consumo de ciertos productos plásticos de un solo uso y se dictan otras disposiciones." Prohíbe gradualmente la producción, comercialización y uso de 21 productos plásticos de un solo uso, buscando reducir su impacto ambiental. La norma entró en vigor el 7 de julio de 2024 con la primera restricción de 8 productos, incluyendo pitillos, mezcladores y bolsas de lavandería, con metas progresivas hasta la eliminación total en 2030.
CONPES 4088 (2022)	Contiene la declaración de importancia estratégica de proyectos de inversión para la implementación de acciones que conduzcan al desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima en Colombia, y concepto favorable a la Nación para contratar un empréstito externo con la banca multilateral hasta por la suma de USD 30 millones o su equivalente en otras monedas, destinados a financiar el programa de apoyo para el cumplimiento de metas de cambio climático (NDC) en Colombia.
Resolución 552 de 2022 (Minambiente)	Implementa la operación de la Comisión de Estudio para la Promoción y Desarrollo de los Mercados de Carbono en Colombia.
Resolución 000126 de 2022 (Minagricultura)	Lineamientos de Política de Ganadería Bovina Sostenible- GBS 2022-2010, lo anterior, con el fin de lograr mitigar los principales efectos negativos que genera la ganadería bovina extensiva y de lograr una transformación hacia la sostenibilidad, sin dejar de lado el desarrollo socio económico que gira en torno a este sector productivo.
Ley 2409 de 2024 (Minagricultura)	Promoción del desarrollo del sector agropecuario y rural en Colombia.
Decreto 1403 de 2024 (Minenergía)	Modificación del Decreto 1073 de 2015, en relación con los lineamientos de política energética en materia de autogeneración y producción marginal.
Resolución 358 de 2024 (Minambiente)	Suspende temporalmente las quemas abiertas controladas en áreas rurales por el fenómeno de El Niño.

7 Dirigirse a las páginas 78-80 del BTR1. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BTR1_Colombia.pdf

Instrumento normativo	Descripción
Resolución 418 de 2024 (Minambiente)	Modifica la Resolución 1447 de 2018, en relación con la definición de la administración del Registro Nacional de Reducción de Emisiones y Remoción de Gases Efecto Invernadero - RENARE.
Resolución 40412 de 2024 (Minenergía)	Reglamentación parcial del artículo 237 de la Ley 2294 de 2023 del Plan Nacional de Desarrollo 2022 - 2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, en lo relacionado con la auditoria energética de los edificios pertenecientes a las Administraciones Públicas.
Resolución 40509 de 2024 (Minenergía)	Reglamentación del Registro de Comunidades Energéticas - RCE y definición de los Criterios de Focalización y Priorización para la orientación de recursos públicos con destino a Comunidades Energéticas y, otras disposiciones.
Resolución 724 de 2024 (MinCIT)	Definición de lineamientos de la estrategia para la creación y gestión de los Destinos Turísticos Inteligentes (DTI) en Colombia.
Resolución 20243040046465 de 2024 (Mintransporte)	Reglamentación del tránsito urbano de carrozas eléctricas para turismo en los municipios del país
Resolución 40123 de 2024 (Mintransporte)	Establece condiciones para que estaciones públicas de carga sean compatibles entre sí.
Resolución 00019693 de 2024 (Minagricultura)	Imposición de medidas cautelares para la suspensión de salvoconductos de movilización de madera procedente de plantaciones forestales en la región de Urabá.
Ley 2486 de 2025 (Mintransporte)	Regulación de la circulación y promoción del uso de vehículos eléctricos livianos de movilidad personal urbana, como alternativas de movilidad sostenible.
Decreto 670 de 2025	Establece lineamientos para la transformación de la gestión de residuos sólidos, promoviendo la reducción de la disposición final en rellenos sanitarios, el aprovechamiento y la valorización de residuos, con impacto directo en la reducción de emisiones de metano del sector residuos, estrechamente vinculado al servicio público de aseo.
Decreto 1186 de 2025 (Minambiente y Minenergía)	Adición del capítulo 11, del Título 2, de la Parte 2, del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Licencia Ambiental Eólica con Diseño Optimizado -LAEólica- para impulsar la Transición Energética Justa y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1033 de 2025 (Minambiente y Minenergía)	Adición del capítulo 10, del Título 2, de la Parte 2, del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Licencia Ambiental Solar con Diseño Optimizado -LASolar- para impulsar la Transición Energética Justa y se dictan otras disposiciones.
Decreto 0972 de 2025 (Minenergía)	Adición de la Sección 4C al Capítulo 2 del Título 111 Sector de Energía Eléctrica de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto número 1073 de 2015, que habilita el desarrollo de la energía solar como fuente de autogeneración para los usuarios de los estratos 1, 2 Y 3 del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y de las Zonas No Interconectadas (ZNI) como una alternativa al subsidio existente para el consumo de electricidad y crea el Programa Colombia Solar.
Decreto 1598 de 2025 (Minenergía)	Modificación del Decreto 1073 de 2015, en relación con el desarrollo de actividades orientadas a la generación de energía eléctrica a través de geotermia y se establecen otras disposiciones.
Decreto 402 de 2025 (Mintransporte)	Reglamentación del Programa Nacional de Fomento al Uso de la Bicicleta (PFUB).
Resolución 194 de 2025 (Minvivienda)	Establece los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y adopta la Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones nuevas, incluidas VIS y VIP, sustituyendo la Resolución 0549 de 2015.
Resolución 40318 de 2025 (Minenergía)	Modificación de disposiciones transitorias del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público — RETILAP"
Resolución 40379 de 2025 (Minenergía)	Definición de reglas, requisitos y obligaciones habilitantes para que los autogeneradores y productores marginales utilicen las redes del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y puedan entregar sus excedentes y/o consumir la energía que producen en sitios diferentes a los de producción y se dictan otras disposiciones.
Resolución 40337 de 2025 (Minenergía)	Definición de los lineamientos generales para la implementación de un mecanismo bajo un esquema de pago por diferencias, que promueva la contratación de energía a largo plazo a partir de Fuentes No Convencionales de Energía y se establecen las reglas mínimas para la primera ronda de adjudicaciones.

Instrumento normativo	Descripción
Resolución 40631 de 2025 (Minenergía)	Adopción del Plan Nacional de Electrificación Rural - PNER para las Zonas no Interconectadas-ZNI y para el Sistema Interconectado Nacional-SIN.
Resolución 40632 de 2025 (Minenergía)	Modificación de la Resolución 40279 del 26 de agosto de 2021, asociada a los proyectos del Plan de Expansión de Referencia Generación Transmisión 2020-2034.
Resolución 40601 de 2025 (Minenergía)	Modificación de la Resolución 40245 del 4 de junio de 2025, la cual adopta el Plan de Expansión de Transmisión 2024-2038.
Resolución 40600 de 2025 (Minenergía)	Modificación de la Resolución 40529 del 6 de diciembre de 2024 en la que se adopta el anexo complementario al Plan de Expansión de Transmisión 2022-2036 que contiene obras del primer y segundo paquete de obras urgentes 2024 y se modifica parcialmente la Resolución 40477 de 2023.
Resolución 40432 de 2025 (Minenergía)	Presentación de planes, programas y/o proyectos de normalización de redes eléctricas incluyendo sistemas de autogeneración a pequeña escala, para la adjudicación de recursos del Programa de Normalización de Redes Eléctricas - PRONE 002, así como para llevar a cabo su desarrollo.
Resolución 40245 de 2025 (Minenergía)	Adopción del Plan de Expansión de Transmisión 2024-2038
Resolución 40140 de 2025 (Minenergía)	Expedición de lineamientos transitorios para promover la permanencia de proyectos de generación de energía eléctrica para la transición energética, que cuenten con un punto de conexión asignado que estén en condición de superposición con otros proyectos del Sector Minero-Energético y/o que dependan de proyectos de expansión del SIN.
Resolución 40368 de 2025 (Minenergía)	Modificación de la Resolución 40284 de 2022, que define el proceso competitivo para el otorgamiento de permisos de Ocupación Temporal sobre áreas marítimas, con destino al desarrollo de proyectos de generación de energía eólica costa afuera, y se dictan otras disposiciones.
Resolución 40310 de 2025 (Minenergía)	Presentación de planes, programas y/o proyectos de normalización de redes eléctricas, para la adjudicación de recursos del programa de normalización de redes eléctricas — PRONE, así como para llevar a cabo su desarrollo.
Resolución 40559 de 2025 (Mintransporte)	Determinación de lineamientos de interoperabilidad para la infraestructura de carga en Colombia
Resolución 219 de 2025 (Minagricultura)	Reglamentación del desarrollo del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, en lo relacionado con el manejo sostenible de la flora silvestre y de los productos forestales no maderables.
Política Nacional de Calidad del Aire (CONPES 3943 de 2018)	La política de calidad del aire tiene como objetivo reducir la concentración de contaminantes en el aire que afectan la salud y el ambiente. Entre estos contaminantes se encuentra la reducción de las emisiones de carbono negro.
Estrategia Nacional de Mitigación de Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC)	Define la hoja de ruta y las líneas de acción específicas para la reducción de emisiones de carbono negro y HFC. Este instrumento técnico articula las medidas de mitigación en sectores clave (como transporte, industria y agropecuario), buscando maximizar los cobeneficios entre la mejora de la calidad del aire local y la mitigación del cambio climático global.
Norma de calidad del aire (2254 de 2017 o la que lo sustituya)	En el marco de la gestión climática y de los CCVC, esta resolución es un instrumento vinculante, que establece límites de calidad del aire ambiente para las concentraciones de material particulado fino (PM2.5), promueve y exige acciones de control sobre las fuentes de combustión, lo que se traduce de manera directa en la reducción de las emisiones de carbono negro y la materialización de los cobeneficios en salud pública.

Fuente. Elaboración propia.

3.1.3.2. Arreglos institucionales vigentes dirigidos al seguimiento de los progresos alcanzados en la aplicación y cumplimiento de la NDC

El andamiaje institucional sobre el cual se soporta el seguimiento a los progresos en la aplicación y cumplimiento de la NDC fue explicado de manera detallada en la sección correspondiente del BTR1. En consecuencia, y en consonancia con lo indicado en el parágrafo 63 del Capítulo III del Anexo de la Decisión 18/CMA.1, se

remite a los interesados a revisar dicha información en la sección correspondiente del citado documento[8].

Para efectos del presente BTR, el seguimiento al componente de mitigación de la NDC se estructura a partir de dos niveles complementarios de información. Por una parte, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través del Esquema de Seguimiento y Reporte (ESR) implementado en la plataforma +Clima, consolida información sobre el avance en la implementación de las metas y medidas contenidas en la Ley 2169 de 2021 y la NDC, mediante indicadores de gestión, producto y resultado que son reportados por las entidades responsables de estas. Por otra parte, el Ideam, en el marco del Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI), desarrolla los procedimientos técnicos asociados a la estimación y contabilidad de los resultados de mitigación expresados en emisiones reducidas o remociones logradas.

En este marco, los indicadores de gestión permiten hacer seguimiento a las actividades, hitos y procesos necesarios para la implementación de las medidas; los indicadores de producto registran la entrega de bienes o servicios; y los indicadores de resultado cuantifican los efectos asociados a la intervención pública, incluidos cambios en percepción, conocimiento o condiciones de bienestar, entre otros, los cuales pueden estar incididos por factores externos. En mitigación, esta información aporta evidencia de implementación de las metas y medidas y, cuando corresponda, datos de actividad relevantes para las estimaciones técnicas desarrolladas en el marco del SCRR-GEI.

Debe señalarse que las provisiones normativas que respaldan el seguimiento a los objetivos de mitigación establecidos en la NDC se enmarcan, entre otros instrumentos, en lo definido por la Ley 2169 de 2021, particularmente en su artículo 24 sobre los componentes mínimos del Plan de Implementación y Seguimiento para el desarrollo bajo en carbono, la carbono-neutralidad y la resiliencia climática del país. No obstante, el reporte de los resultados de mitigación expresados en reducción de emisiones o remociones de GEI se obtienen conforme a los procedimientos establecidos mediante el protocolo maestro del SCRR-GEI.

El protocolo maestro del SCRR-GEI se constituye como el conjunto de actividades, procesos y procedimientos que brindan instrucciones, lineamientos y criterios claros en cuanto al uso, interpretación, procesamiento y consulta de la contabilidad nacional.

8 Dirigirse a las páginas 82-85 del BTR1. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BTR1_Colombia.pdf

Cuenta con tres principales protocolos orientados al: i) control y aseguramiento de la calidad, ii) el cálculo de la contabilidad de los resultados de mitigación y iii) la compilación y reporte. Este último protocolo plantea lo relacionado con las interacciones y responsabilidades institucionales frente al proceso de captura y compilación, procesamiento y resultados de la información. A continuación, se detalla cada uno de estos elementos que conforman el protocolo de compilación y reporte.

3.1.3.2.1. Compilación de información

La compilación de la información comprende aquellos instrumentos, procedimientos e interacciones institucionales que resultan necesarias para capturar la información requerida para calcular los resultados de mitigación de cada medida y, a partir de ella, derivar el impacto generado por el agregado sectorial y nacional. El procedimiento para llegar a este resultado se traduce en la captura de la información mediante un instrumento de registro en donde se incorporan los datos relacionados con la mitigación de cada una de las medidas. Cada sector es responsable de compilar la información requerida mediante fuentes oficiales, para luego convertirla en datos de actividad. La información requerida y solicitada a cada sector es procesada por el Ideam para determinar las reducciones de emisiones y las absorciones logradas por cada una de las medidas.

Un componente fundamental de la contabilidad nacional de los resultados de mitigación lo constituye el Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Renare), en el cual se centraliza, estandariza y monitorea la información de las iniciativas de mitigación que buscan reducir emisiones o remover GEI en el país; esto lo convierte en una pieza clave para la consolidación y operación del SCRR-GEI. Actualmente, el Renare se encuentra en operación en fase de factibilidad y mantenimiento evolutivo de las demás fases, lo que significa que su operación se encuentra limitada y, por lo tanto, el SCRR-GEI no puede alimentarse adecuadamente de la información que es registrada allí. Para poder resarcir dicha eventualidad, se decidió optar por un instrumento paralelo de compilación de la información descrito de la siguiente manera.

En la Figura 3-23 se presenta el mapa conceptual de los arreglos institucionales como parte del proceso de compilación de la información para la aplicación y cumplimiento de la NDC.

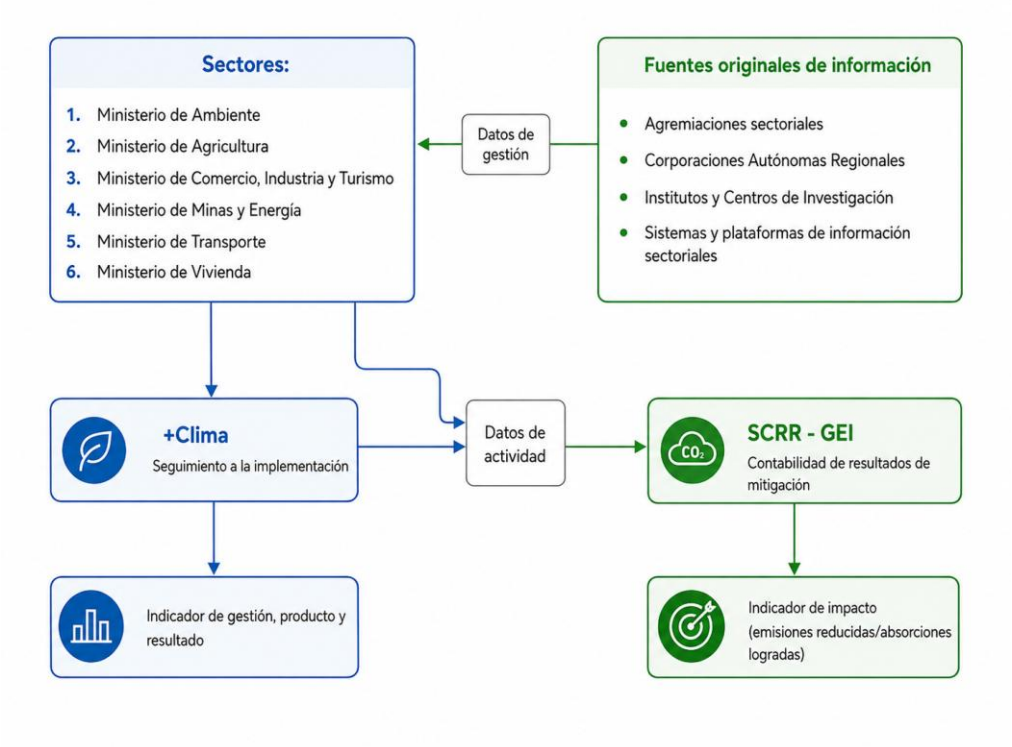


Figura 3-23. Arreglo institucional para la compilación de información de las medidas de mitigación.
Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2.2. Instrumento de captura de la información

Como parte del proceso de actualización de la NDC del país llevado a cabo durante el año 2025, se desarrolló para cada medida de mitigación una ficha de caracterización que integra elementos descriptivos relacionados con su objetivo, su evolución a través de las diferentes NDC presentadas ante la CMNUCC hasta la fecha, las actividades que la componen, los diferentes actores involucrados, su período de implementación, el alcance geográfico y sus principales hitos establecidos para su cumplimiento. Ahora bien, puesto que cada medida de mitigación puede estar conformada o no por diferentes tipos de actividades, la ficha de caracterización facilita el ingreso y compilación de información de manera segmentada.

Frente a la ficha de caracterización, esta presenta una estructura estándar con campos de solicitud de información que son comunes en todas las medidas de mitigación; sin embargo, además de la información general para cada medida de mitigación la ficha integra en hojas de cálculo adicionales, información específica de las actividades que conforman cada una de las medidas.

Cada hoja de cálculo adicional de la ficha de caracterización se compone de cuatro secciones: i) información general, ii) caracterización de los valores actuales,

iii) caracterización de la línea base y iv) caracterización del escenario de mitigación, estos se detallan a continuación:

- Información general: Relaciona la información sobre el sector cartera al que pertenece la medida, su descripción y las categorías IPCC que impacta.
- Caracterización de los valores actuales: Comprende un conjunto de tres matrices en donde se consignan los valores observados del dato de actividad de la subactividad para el año de referencia; los factores de emisión utilizados según la subactividad analizada y la conversión en emisiones o absorciones según aplique. Se debe indicar que el período cubierto en esta sección es de carácter retroactivo comenzando en el año 2010 hasta el 2021, último año para el que se reportaron datos en el inventario nacional de GEI.
- Caracterización de la línea base: mantiene una estructura matricial semejante a la del punto anterior con la diferencia que incluye una matriz adicional en la que se agrega los impulsores de crecimiento del dato de actividad. Aquí se registra información del escenario tendencial de emisiones en ausencia de la implementación de la(s) actividad(es) de mitigación. Se presentan datos para los años posteriores a 2022.
- Caracterización del escenario de mitigación: replica la misma estructura matricial indicada para la línea base e igualmente, presenta datos proyectados para los años posteriores a 2022. Se registra la información del escenario en donde se implementa las medidas de mitigación.

Otros campos de información común para estas secciones se relacionan con: i) los cálculos utilizados para obtener los resultados, ii) los supuestos adoptados y iii) las limitaciones que implican estos supuestos.

3.1.3.2.3. Procedimiento de monitoreo de las medidas

En este momento, el avance en el seguimiento a la implementación de las medidas de mitigación es responsabilidad de cada uno de los sectores quienes vienen trabajando en el desarrollo de sus propios sistemas MRV sectoriales. Los sistemas MRV sectoriales actualmente presentan un nivel de madurez diferenciado, estos responden a las necesidades específicas del sector que abordan. Bajo este escenario, se limita la posibilidad de hacer uso de los sistemas MRV sectoriales para el caso de compilación de información sobre el efecto de las medidas de mitigación, por lo que esta gestión fue asumida por cada sector bajo sus propias directrices y mecanismos.

Con el ánimo de facilitar la compilación de la información requerida para evaluar los avances de las medidas de mitigación, a cada sector se le solicitó el tipo de dato e información que era necesaria recolectar en sus fuentes, haciendo énfasis

en el dato de actividad observado para cada medida en particular y para el período de reporte correspondiente (2020-2024).

En este sentido, la obtención de la información sectorial siguió el mismo procedimiento utilizado para el inventario nacional de GEI en el que se identificaron las fuentes de información y se solicitaron los datos de actividad.

3.1.3.2.4. Diligenciamiento del instrumento de captura de información

La ficha de caracterización de la medida explicada en la sección 3.1.3.2.2 (Instrumento de captura de la información), fue diligenciada con la información suministrada por los sectores, enfatizando en el registro de los valores observados para los datos de actividad de los componentes de la medida de mitigación para el período 2020 – 2024.

3.1.3.2.5. Procesamiento de la información

La información recolectada en la ficha de caracterización fue transferida al Ideam en donde se efectuó el procesamiento de datos y análisis de la información resultante. Los datos de actividad y los factores de emisión reportados en este instrumento son empleados para obtener los resultados de las reducciones de emisiones o las remociones según aplique y respondiendo a la metodología que haya sido adoptada para tal propósito.

3.1.3.3. Institucionalidad y gobernanza del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) con enfoque en la mitigación: actualizaciones desde el BTR1

En el primer BTR presentado por Colombia ante la CMNUCC se efectuó una descripción detallada del marco general de gobernanza establecido en el país para abordar la mitigación del cambio climático, los cuales se indican a continuación:

- Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático – SNICC.
- Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de acciones de mitigación a nivel nacional- MRV de mitigación.
- Sistema Nacional de Inventario de Gases Efecto Invernadero – Singei.
- Registro Nacional de Reducción de Emisiones – Renare.
- Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remociones de GEI – SCRR-GEI.
- Reglas de Contabilidad para la Reducción y Remoción de Emisiones.

De conformidad con lo indicado en el parágrafo 63 del Capítulo III del Anexo de la Decisión 18 / CMA.1, se remite a los interesados a revisar los elementos descriptivos de cada una estas instancias en el BTR1[9]. No obstante, en la presente sección se ofrece una actualización de aquellos sistemas que surtieron novedades desde el anterior reporte:

a. Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático – SNICC: El Comité Técnico del SNICC, presidido por la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo de Desastres del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo continuo de la Dirección de Ordenamiento Ambiental del Territorio y SINA y la Oficina de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Minambiente, así como la Subdirección de Ecosistemas del Ideam y la Oficina de Informática del Ideam como miembros con voz y voto y la Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam y la Subdirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo del DNP como miembros con voz, han revisado, validado y aprobado los siguientes documentos:

   - Reglamento Operativo del Comité Técnico del SNICC
   - Guía de operación del SNICC
   - Protocolo de administración
   - Protocolo de planificación
   - Protocolo de definición y solicitud de información climática
   - Protocolo de consolidación y análisis de información climática
   - Protocolo de publicación y divulgación de información climática
   - Protocolo de comunicación
   - Protocolo de integración e interoperabilidad entre los sistemas de información que componen el SNICC
   - Protocolo de mantenimiento para los sistemas de información que componen el SNICC
   - Protocolo de integración de nuevos sistemas de información al SNICC

   Este proceso se llevó a cabo mediante múltiples espacios de trabajo, incluyendo sesiones del Comité Técnico, mesas de concertación interinstitucional, revisión técnica de documentos y consolidación de comentarios. Lo anterior permitió asegurar la calidad técnica, la coherencia metodológica y la articulación entre las entidades participantes, garantizando que los documentos adoptados respondan a las necesidades del Sistema y a los lineamientos normativos vigentes.

9 Esta gobernanza climática se describe en las páginas 82 a 86 del BTR1. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BTR1_Colombia.pdf

b. Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de acciones de mitigación a nivel nacional: el principal hito desde el BTR1 fue la publicación y oficialización, en diciembre de 2025, del Protocolo Maestro del Sistema MRV de Acciones de Mitigación a Nivel Nacional10, elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ideam en el marco del proyecto GEF-CBIT "Transparencia Climática Colombia". Este instrumento, alineado con el Marco de Transparencia Reforzado del Acuerdo de París (Decisión 18/CMA.1) y con la Norma Técnica de Calidad del Proceso Estadístico NTC-PE 1000:2020 del DANE, define por primera vez y de manera estructurada; las reglas, lineamientos y procedimientos para la gestión integral de la información climática y, además; fortalece la articulación con el SNICC y sus subsistemas (Renare, Singei, SCRR-GEI y SMByC)11, establece criterios para evitar la doble contabilidad de los resultados de mitigación en coherencia con el artículo 230 de la Ley 2294 de 2023, e incorpora la articulación con los sistemas MRV sectoriales, territoriales e indígenas, consolidando así una arquitectura de transparencia climática más robusta y trazable.

c. Sistema Nacional de Inventario de Gases Efecto Invernadero – Singei: El Singei es el sistema nacional establecido para gestionar y monitorear los inventarios de GEI en Colombia. Su propósito principal es proporcionar una plataforma estructurada y coherente para la recopilación, gestión, y análisis de datos relacionados con las emisiones de estos gases, facilitando la evaluación del progreso hacia el cumplimiento de la CND. Asimismo, el Singei integra diferentes fuentes de información y actores clave para asegurar una visión completa y precisa de las emisiones en el país.

   El Singei está respaldado por varios dispositivos jurídicos que regulan su funcionamiento y establecen las bases para su implementación, como la Ley 1931 de 2018, la cual establece el marco para la gestión del cambio climático en Colombia y apoya la implementación del Singei como parte integral del sistema nacional de inventarios de GEI. El Decreto 1603 de 1994, en el que regula el SIAC, del cual el Singei forma parte, y define los lineamientos para la gestión y reporte de datos ambientales, incluyendo GEI. La PNCC, la cual proporciona directrices para la integración del Singei en la estrategia nacional de cambio climático, asegurando su alineación con los objetivos de mitigación y adaptación.

   El Ideam es la entidad principal encargada de la coordinación y supervisión del Singei, a través de su rol de entidad técnica y científica, y está encargada de la recopilación y análisis de datos sobre las emisiones de GEI, así como de la generación de informes y estadísticas relacionadas. Por su

10 ISBN digital 978-628-7598-48-5
11 Resolución 1383 de 2023

parte, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible da directrices técnicas para orientar la generación de políticas e instrumentos para la reducción de emisiones a partir de los datos del Singei, y el DNP colabora en la integración de los datos del Singei en el marco de la planificación y seguimiento de las NDC.

d. Registro Nacional de Reducción de Emisiones – Renare: En cumplimiento con la Resolución 418 de 2024, este Ministerio procedió a realizar los arreglos tecnológicos y técnicos necesarios para completar la migración de iniciativas de mitigación de GEI, administradas por el Ideam, hacia los servidores del Ministerio de Ambiente. Renare actualmente se encuentra operando al público, en la fase Factibilidad, previa inscripción ante el Servicio de Autenticación Digital dispuesto por la Agencia Nacional Digital (AND).

e. Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remociones de GEI – SCRR-GEI: Como parte del proceso de mejora continua y desarrollo evolutivo del Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI), durante el último trimestre del año 2025 se consolidó el protocolo maestro para este sistema, cuyo propósito es brindar instrucciones, lineamientos y criterios claros en cuanto al uso, interpretación, procesamiento y consulta de la contabilidad nacional.

f. Reglas de Contabilidad para la Reducción de Emisiones y Remoción de GEI: durante el año 2024 y 2025 se consolidó la actualización de las reglas técnicas y operativas para la contabilidad nacional de reducción de emisiones y remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), como instrumento clave para el seguimiento sectorial a las metas de mitigación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). Estas reglas se fundamentan en el Artículo 4 del Acuerdo de París, la Resolución 1447 de 2018 y la Ley 2169 de 2021, y se aplican exclusivamente a la contabilidad nacional asociada al cumplimiento de la NDC, sin extenderse a cobeneficios u otros resultados no expresados en toneladas de CO_2 equivalente. Como fue descrito en el BTR1, este documento define las pautas y criterios de asignación de aportes de los resultados de mitigación en el marco de la NDC y, en su versión final, se conforma de un conjunto de once reglas y cuatro criterios transversales[12].

   La nueva versión (2025) es el resultado de un proceso continuo de mejora iniciado con la versión aprobada en 2020 mediante el Acuerdo 004 de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC). Entre 2021 y 2025 se incorporaron refinamientos técnicos derivados del trabajo conjunto con los ministerios sectoriales, recomendaciones de asistencias técnicas

12 Disponible en: Reglas-de-contabilidad-NDC-3.0.pdf

internacionales y recomendaciones realizadas bajo el Subgrupo de Trabajo de Monitoreo, Reporte y Verificación de la Alianza del Pacífico. Los ajustes se orientaron a fortalecer definiciones clave, mejorar la consistencia metodológica, aclarar el tratamiento contable de iniciativas privadas y mixtas, reorganizar el documento con un enfoque más operativo y actualizar disposiciones sobre transferencias internacionales y mecanismos de incentivos tributarios y financieros. Esta actualización fue aprobada en la XXI sesión ordinaria de la CICC, realizada el 11 de diciembre de 2025.

Además, se complementa con el documento de soporte que indica la homologación sectorial de las emisiones y absorciones[13]. La homologación es un instrumento anexo a las reglas de contabilidad, que permite asignar sectorialmente las emisiones reportadas en el inventario nacional de emisiones atmosféricas. Es fundamental para delimitar las competencias de los ministerios sectoriales sobre las emisiones, apoyar la identificación de medidas de mitigación y servir como insumo para la definición indicativa de presupuestos sectoriales de carbono, conforme al Acuerdo 013 de la CICC de 2024 y a las responsabilidades establecidas en la Ley 1931 de 2018. La versión aprobada en 2025 responde a la necesidad de actualizar la homologación previamente acordada en 2020, considerando las mejoras metodológicas y de información incorporadas en los inventarios más recientes, en particular el inventario nacional presentado en 2024 como parte del primer Reporte Bienal de Transparencia (BTR1), con emisiones históricas hasta 2021. El proceso de actualización fue socializado bajo el Comité Técnico de la CICC y aprobado mediante el artículo 3 del Acuerdo 16 de la CICC, de manera conjunta con las reglas de contabilidad.

3.1.3.4. Arreglos institucionales y marco normativo para el seguimiento de los resultados de mitigación de transferencia internacional

En lo que respecta a la estructura institucional generada para la transferencia internacional de los resultados de mitigación, en consideración del parágrafo 63 y 64.f del Capítulo III del Anexo de la Decisión 18 / CMA.1, se informa que el país no ha implementado a la fecha enfoques cooperativos para el uso de resultados de mitigación de transferencia internacional (ITMOs) para el cumplimiento de sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París.

No obstante, es importante precisar que la NDC 3.0 de Colombia, comunicada en diciembre de 2025, establece que el país, de manera voluntaria y condicionada a criterios nacionales, reconoce a los mecanismos del Artículo 6 del Acuerdo de París (6.2, 6.4 y 6.8) como potenciales instrumentos de implementación de la

13 Disponible en: Homologacion-IPCC-Sectorial.pdf

NDC, siempre que su eventual utilización resulte conveniente para el cumplimiento de los objetivos nacionales de acción climática y se sustente en las capacidades institucionales, técnicas y operativas del país.

En este sentido, la referencia a estos mecanismos en la NDC no constituye una decisión de implementación inmediata, ni supone un compromiso automático de reglamentación o de participación en los mercados internacionales de carbono. Por el contrario, reafirma una aproximación gradual, soberana y contingente, en la cual cualquier desarrollo futuro dependerá de decisiones posteriores de política pública, adoptadas con base en criterios de integridad ambiental, coherencia con los instrumentos domésticos de mitigación y alineación con las prioridades nacionales.

En comparación con la información reportada en el Primer Reporte Bienal de Transparencia, no se han producido cambios sustantivos en los instrumentos económicos para la mitigación y en la posición operativa del país frente al uso de ITMOs.

3.1.3.4.1. Instrumentos de precio al carbono de alcance nacional y basados en mercados

Colombia continúa implementando instrumentos de precio al carbono de carácter doméstico a nivel nacional, tales como el impuesto nacional al carbono y su mecanismo de no causación. Así mismo, el país ha continuado avanzando en los desarrollos institucionales y regulatorios asociados al Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión de GEI (PNCTE), concebido como un instrumento económico orientado a contribuir al cumplimiento de las metas nacionales de mitigación, fortalecer la señal de precio al carbono y promover reducciones de emisiones de manera costo-efectiva.

Desde la presentación del Primer Reporte Bienal de Transparencia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible avanzó en la consolidación técnica y regulatoria del proyecto normativo del PNCTE, mediante el cual se propone adicionar un nuevo capítulo al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 de 2015), con el propósito de establecer las disposiciones generales para la implementación gradual del programa. En el marco del proceso nacional de expedición normativa, el proyecto de decreto fue sometido a consulta pública entre el 3 y el 23 de septiembre de 2024, periodo en el cual se recibieron más de 530 observaciones y comentarios provenientes de entidades públicas, actores del sector productivo, gremios, organizaciones de la sociedad civil y ciudadanía en general. Posteriormente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible avanzó en el análisis técnico y jurídico de los aportes recibidos y en el ajuste del instrumento regulatorio.

El diseño propuesto para el PNCTE contempla una implementación gradual y por fases, orientada al fortalecimiento de capacidades institucionales, la prueba y ajuste de reglas operativas, y la consolidación progresiva de los elementos requeridos para su implementación. En este sentido, el diseño regulatorio propuesto para el programa ha sido concebido considerando su coherencia con otros instrumentos nacionales relacionados con la gestión del cambio climático y la mitigación de GEI, incluyendo el Inventario Nacional de GEI, la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y los presupuestos de carbono, con el propósito de contribuir al cumplimiento de las metas nacionales de mitigación y apoyar el desarrollo progresivo de instrumentos económicos orientados a la reducción de emisiones de GEI en el país.

Estos instrumentos no están diseñados, ni operan como mecanismos de transferencia internacional de resultados de mitigación. Además, a la fecha, no se encuentran vinculados a enfoques cooperativos del Artículo 6 del Acuerdo de París. Su finalidad principal es contribuir al cumplimiento de las metas nacionales de mitigación, fortalecer las señales económicas internas y apoyar la transición hacia una economía baja en carbono. Desde la presentación del BTR anterior, no se han incorporado disposiciones orientadas a la interoperabilidad internacional de unidades, a la aplicación de ajustes correspondientes o a la autorización de transferencias para otros fines.

3.1.3.4.2. Transición del MDL al Mecanismo Centralizado del Artículo 6.4 (PACM)

En el marco de las decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes del Acuerdo de París (CMA) sobre la transición de actividades del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) al mecanismo establecido en el Artículo 6, párrafo 4, del Acuerdo de París (en adelante, mecanismo del Artículo 6.4), Colombia analizó las solicitudes de transición presentadas ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), así como las disposiciones y lineamientos operativos aplicables.

De conformidad con dicho análisis y en coherencia con su marco institucional y prioridades de política climática, el país determinó que, hasta no haber reglamentado integralmente las condiciones necesarias para la transferencia internacional de resultados de mitigación; no tener actualizado el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas; y no contar el Renare operativo en todas sus fases; no existen las condiciones para tomar una decisión, técnica e informada, respecto al otorgamiento de aprobaciones para la transición de actividades MDL al mecanismo del Artículo 6.4, durante el periodo establecido para tal fin, lo que podría generar expectativas en los interesados que podrían no llegar a materializarse. Esta decisión se enmarca en el carácter voluntario de la participación en los enfoques cooperativos del Artículo 6 del Acuerdo de París, así

como en la necesidad de garantizar que cualquier eventual participación se realice bajo condiciones que aseguren la integridad ambiental, la transparencia y la consistencia con los compromisos nacionales.

Como se mencionó, Colombia reconoce, en su NDC, que los mecanismos del Artículo 6 del Acuerdo de París pueden actuar como potenciales instrumentos de implementación de la NDC, siempre que su eventual utilización resulte conveniente para el cumplimiento de los objetivos nacionales de acción climática y se sustente en las capacidades institucionales, técnicas y operativas del país. Por lo tanto, requiere, previamente, la consolidación de los arreglos institucionales, operativos y de trazabilidad requeridos para su implementación, así como contar con información técnica actualizada y robusta; y avanzar en instrumentos clave como los sistemas de trazabilidad, gobernanza y contabilidad, de manera que se garantice una toma de decisiones informada y coherente con las obligaciones internacionales del país. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta consideraciones relacionadas con el cumplimiento de la meta de mitigación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), incluyendo la brecha existente para su logro y los posibles efectos de una eventual transferencia internacional de resultados de mitigación sobre dicha meta, particularmente, en términos de ajustes correspondientes y el riesgo de ampliación de dicha brecha.

En este contexto, Colombia ha considerado pertinente adoptar un enfoque gradual y prudente, absteniéndose de aprobar, por lo pronto, la transición de proyectos MDL al mecanismo del Artículo 6.4, hasta tanto se consoliden las condiciones habilitantes a nivel nacional. Esta decisión se adopta sin perjuicio del interés del país en participar en mecanismos de cooperación internacional en el futuro, una vez se cuente con los arreglos necesarios que aseguren la integridad ambiental, la transparencia y la alineación con los objetivos de la NDC.

3.1.3.4.3. Enfoques no relacionados con el mercado, adoptados por Colombia, en virtud del artículo 6.8 del Acuerdo de París

Colombia reafirma su intención de hacer uso de los Enfoques de No Mercado (NMA) en virtud del Artículo 6.8 del Acuerdo de París, como eje prioritario de su participación en enfoques cooperativos internacionales. Este énfasis se encuentra plenamente alineado con su Contribución Nacionalmente Determinada, que reconoce los mecanismos del Artículo 6 como instrumentos potenciales de implementación, otorgando un valor estratégico particular a aquellos enfoques que no se basan en la transferencia internacional de resultados de mitigación.

El país concibe los enfoques de no mercado como vehículos idóneos para aumentar la ambición climática mediante políticas y medidas transformacionales; facilitar la cooperación internacional basada en

fortalecimiento de capacidades, financiamiento concesional, asistencia técnica y transferencia de tecnología; maximizar cobeneficios sociales, ambientales y territoriales; y preservar la soberanía nacional sobre los resultados de mitigación generados en el territorio. Esta visión responde a la priorización de la acción climática doméstica, evitando riesgos asociados a la fragmentación de esfuerzos en la gestión del cambio climático, y propende por aportar a las metas del país.

Para garantizar la efectividad de estos enfoques, Colombia avanzará en la operatividad de su arquitectura institucional climática, asegurando una coordinación intersectorial que permita identificar, registrar y monitorear de manera robusta las iniciativas enmarcadas en el Artículo 6.8. Este fortalecimiento institucional buscará armonizar los instrumentos de política nacional con los lineamientos del marco de los NMA a nivel internacional, facilitando una gobernanza clara que otorgue seguridad jurídica y técnica a los actores involucrados.

En este sentido, el país definirá una hoja de ruta estratégica que establezca los hitos para la implementación de los enfoques de no mercado en el corto y mediano plazo. Dicha hoja de ruta incluirá criterios de elegibilidad y priorización basados en el potencial de cambio transformacional, la movilización de financiamiento climático no reembolsable y la alineación con las metas de adaptación y mitigación del país. De esta manera, Colombia se posicionará de forma soberana para canalizar la cooperación internacional hacia soluciones basadas en la naturaleza, tecnologías de bajas emisiones y acciones de resiliencia territorial, garantizando que cada iniciativa bajo este mecanismo sea un motor de desarrollo sostenible y una salvaguarda de su integridad ambiental.

3.1.4. Marco legal, institucional, administrativo y procedimental para las labores de aplicación, vigilancia, presentación de informes, archivado de la información e implicación de los interesados que guarden relación con la aplicación y el cumplimiento de su NDC

Para asegurar la aplicación efectiva, vigilancia, presentación de informes, archivado de la información e implicación de los interesados en relación con la NDC en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París, Colombia ha desarrollado y adoptado una serie de arreglos institucionales y dispositivos jurídicos que facilitan estas labores. A continuación, se detallan estos componentes clave:

3.1.4.1. Marco legal

Los dispositivos jurídicos que abarcan las provisiones que posibilitan la aplicación, vigilancia, presentación de informes, archivado de la información e implicación de interesados en el marco del cumplimiento de la NDC, se detallan en gran parte de la sección "*Marco legal y de política pública que ampara la aplicación y el cumplimiento de la NDC*" del BTR1 comunicado a la CMNUCC en 2024[14] y complementado con el cuerpo normativo surgido con posterioridad a dicha entrega, el cual se reseña en la correspondiente sección de este documento.

3.1.4.2. Marco procedimental

El procedimiento empleado a nivel nacional para las labores de aplicación, vigilancia, presentación de informes, archivado de información e implicación de interesados fue descrito en detalle en el BTR1[15], incluyendo el flujo general del esquema de seguimiento y reporte de la NDC, el procedimiento de control de la información a reportar y el funcionamiento general de la plataforma +Clima. Por tanto, esta sección mantiene dichos elementos como marco de referencia y evita su reproducción integral.

Durante el período cubierto por el presente reporte, estos procedimientos continúan siendo la base para el seguimiento de las metas y medidas de la Ley 2169 de 2021 y la NDC. Su importancia radica en que permiten organizar la relación y los roles entre las entidades responsables de metas y/o medidas, el Ministerio de Ambiente y el Departamento Nacional de Planeación para la estructuración de los instrumentos de seguimiento (PdIS, indicadores de gestión, producto y resultado), consolidar reportes de avance periódicos y disponer información para la toma de decisiones y la consulta de los interesados.

3.1.4.2.1. Procedimiento empleado a nivel nacional para labores de aplicación.

Desde el Minambiente, en trabajo conjunto con DNP, dadas las obligaciones impuestas a través de la Ley 2169, se ha generado un marco inicial con fin de que las metas y las medidas contenidas en la NDC, surtan un trámite de revisión con el fin de asegurar que los indicadores y las actividades propuestas se encuentran acordes con el objetivo planteado y cumplan las metas que en termino de acción climática fueron propuestas.

---

14 Consultar las páginas 78 – 82 del BTR1. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BTR1_Colombia.pdf
15 Consultar las páginas 96 a 102 del BTR1. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BTR1_Colombia.pdf

Cuando para el presente documento se hable de entidades a cargo de metas y/o medidas se hará referencia a todas aquellas instituciones que se señalaron como responsables dentro de la NDC, de la ejecución de las actividades tendientes al cumplimiento de los compromisos propuestos.

Para ello se desarrolló la herramienta "+Clima", la cual busca monitorear los esfuerzos para el restablecimiento del equilibrio productivo entre la sociedad y el ambiente con justicia social para enfrentar el cambio climático alineándose con el propósito de hacer seguimiento a las acciones por el clima establecidas en los compromisos climáticos del país (Ley 2169 de 2021 y Contribución Determinada a Nivel Nacional actualizada en 2020).

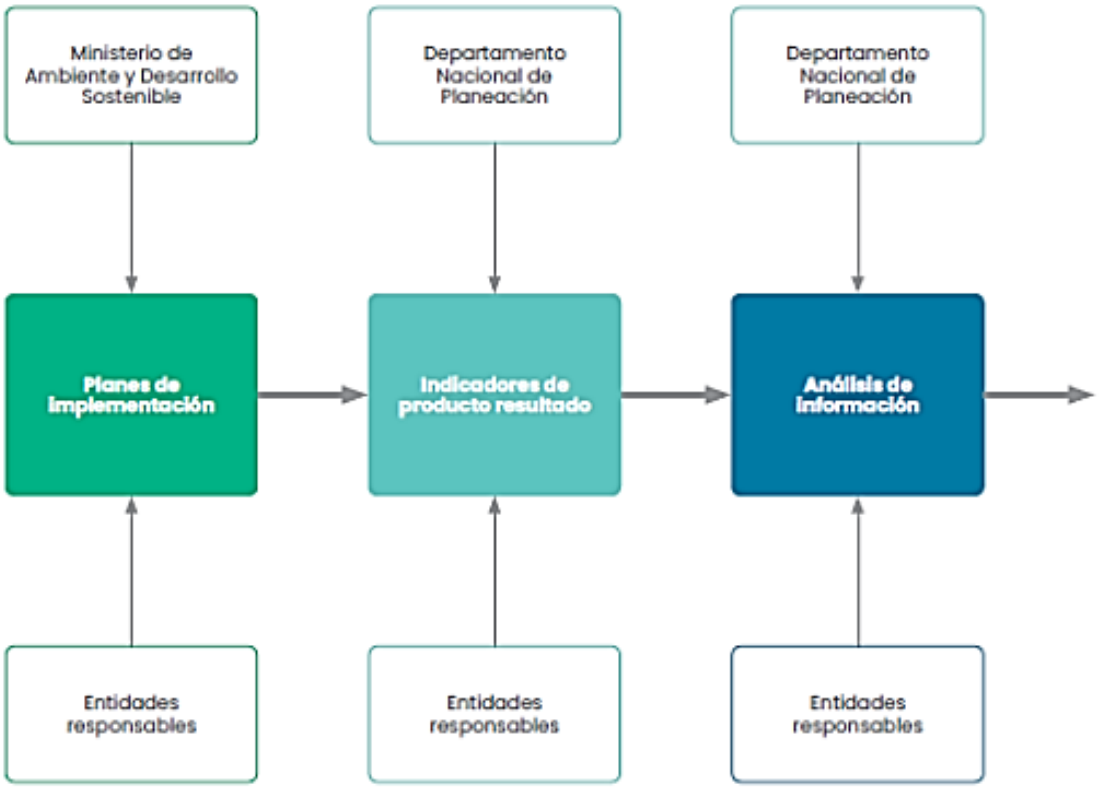


Figura 3-24. Procedimiento general para el reporte y seguimiento de la NDC

Fuente: Elaboración propia con base en DNP (2024).

La plataforma +Clima, a través del cargue de la información asociada al Plan de Implementación e indicadores de Producto y/o Resultado, constituye la herramienta principal para realizar el seguimiento efectivo a la implementación de los compromisos climáticos. Esta facilita el diligenciamiento y publicación de la información, permitiendo la formulación de indicadores, la validación de reportes y la visualización de resultados, fortaleciendo la articulación

interinstitucional para una gestión climática efectiva. En esta se maneja un flujo general para los instrumentos que se construye a partir de la coordinación entre entidades con el acompañamiento del Minambiente y el DNP a las entidades responsables.

En este sentido, la plataforma integra y unifica los esfuerzos realizados por entidades de orden nacional, territorial y empresarial. Es necesario indicar que la plataforma no solo busca monitorear la acción climática, sino también contribuir de manera activa y efectiva a la toma de decisiones.

3.1.4.2.2. Procedimiento empleado a nivel nacional para labores de vigilancia.

Inicialmente es necesario indicar que desde el momento que se formulan los PdIS y las fichas técnicas de indicadores de producto y/o resultado, cada entidad contará con una fase de acompañamiento desde Minambiente en cuanto a la congruencia de los planes de implementación, como a un proceso de revisión y favorabilidad desde el DNP en cuanto a la información consignada en las fichas de indicadores, con el fin de garantizar que el indicador responda y corresponda con lo planteado en la meta o medida.



Figura 3-25. Procedimiento general para el control de la información a reportar

Fuente: Elaboración propia con base en DNP (2024)

Dado que la plataforma +Clima se desarrolló con el objetivo de que la información asociada a la Ley 2169 de 2021 y de la NDC sea pública, esta corresponde a una estructura establecida en los formularios de reporte de gestión y en los de producto y resultado, esto permite que los diferentes grupos de interés hagan control en el momento en el que lo consideren y definan de acuerdo con sus

necesidades la información relevante para hacer control social al estado de avance en la implementación de los compromisos internacionales. En la Figura 3-25 se esquematiza el procedimiento para el control de la información en el marco del reporte de mitigación en la plataforma +Clima.

3.1.4.2.3. Procedimiento empleado a nivel nacional para labores de presentación de informes.

Dado que la información de avances en la implementación de la NDC resulta de la mezcla de los planes de implementación y de los indicadores de producto o resultado, se cuenta con dos bloques de información a la hora de establecer el estado de avance en la implementación de los compromisos establecidos: i. De gestión asociado a los planes de implementación y a la información allí consignada (hitos, actividades y componentes) y ii. Avance cualitativo asociado a los principales progresos realizados, cuellos de botella y limitaciones, restricciones y justificación del avance.

El reporte del progreso cuantitativo aplica para todos los indicadores de producto y resultado. La diferencia frente al avance cualitativo corresponde a que el dato cuantitativo se captura conforme al rezago de cada indicador, es decir, identifica los días posteriores al cumplimiento de la periodicidad cuantitativa que se tarda la entidad en el procesamiento de la información para el cálculo y reporte del avance cuantitativo.

La plataforma +Clima tendrá los propósitos generales de recibir y consolidar información de diferentes entidades (públicas y privadas), permitir la validación de esta si es coherente con los respectivos PdIS y fichas técnicas por parte del personal designado por el DNP, hacer seguimiento y análisis de la información a través de los tableros de control y documentación disponible, generar boletines analíticos de contenido visual y disponer los recursos necesarios para la capacitación de nuevos usuarios (Figura 3-26).

Los reportes se plantean con una temporalidad semestral; sin embargo, cada indicador cuenta con una periodicidad (frecuencia de medición del indicador) y un rezago, el cual, se debe definir con la formulación de cada ficha técnica. En ese sentido, dicho rezago identifica los días posteriores al cumplimiento de la periodicidad cuantitativa que se tarda cada entidad en el procesamiento de la información para el cálculo y reporte del avance cuantitativo.

3.1.4.2.1. Procedimiento empleado a nivel nacional para labores de archivado de la información.

Dado que la información asociada a las metas climáticas establecidas en la NDC se llevó a tono con la ley, se hace necesario que el seguimiento se realice por parte del ente encargado, en este caso el DNP, que es quien administra el esquema de seguimiento y reporte del plan de implementación y seguimiento del avance de las metas y medidas de la Ley 2169 y la NDC, sin embargo, son las entidades las responsables del suministro de la información que alimenta a +Clima. Para ello y como se señaló en párrafos anteriores la plataforma +Clima será la encargada de compilar la información asociada al estado de progreso de las metas de la NDC y en consonancia compilar las evidencias de los avances para cada una de las actividades que componen las metas o medidas. Cabe resaltar que la plataforma +Clima captura la información de seguimiento a las metas y medidas de la Ley 2169 de 2021 y de la NDC mediante el Plan de Implementación y Seguimiento, a través de dos instrumentos complementarios: el Plan de Implementación (PdI), que recopila la información de gestión asociada a los hitos, actividades y su avance; y la Ficha Técnica de Producto y/o Resultado (FT P/R), que permite realizar el seguimiento a los indicadores de producto y/o resultado definidos para cada compromiso. En este sentido, la plataforma realiza seguimiento tanto a la gestión como al cumplimiento de los productos y resultados. Lo anterior es consistente con lo dispuesto en el parágrafo 2 del artículo 24 de la Ley 2169 de 2021, "(...)*el seguimiento y reporte al estado de avance de las metas y medidas concertadas de dicho Plan de Implementación será llevado a cabo por Departamento Nacional de Planeación (...) Los sectores serán responsables de realizar el seguimiento a los hitos correspondientes a su sector, del plan de implementación*. (...)"

3.1.4.2.2. Procedimiento empleado a nivel nacional para labores de implicación de los interesados.

Las partes involucradas se implican desde el momento en el que se pretende incluir una meta o medida en la NDC, dado que es solo a través de acuerdos que se logra el compromiso climático del país. Inicialmente se establecen mesas de trabajo para hacer seguimiento a los planes de gestión del cambio climático tanto territoriales como sectoriales, una vez establecido el avance y el posible aporte a los objetivos climáticos nacionales, inicia el desarrollo de acuerdos para lograr elevar la acción climática a compromiso internacional.

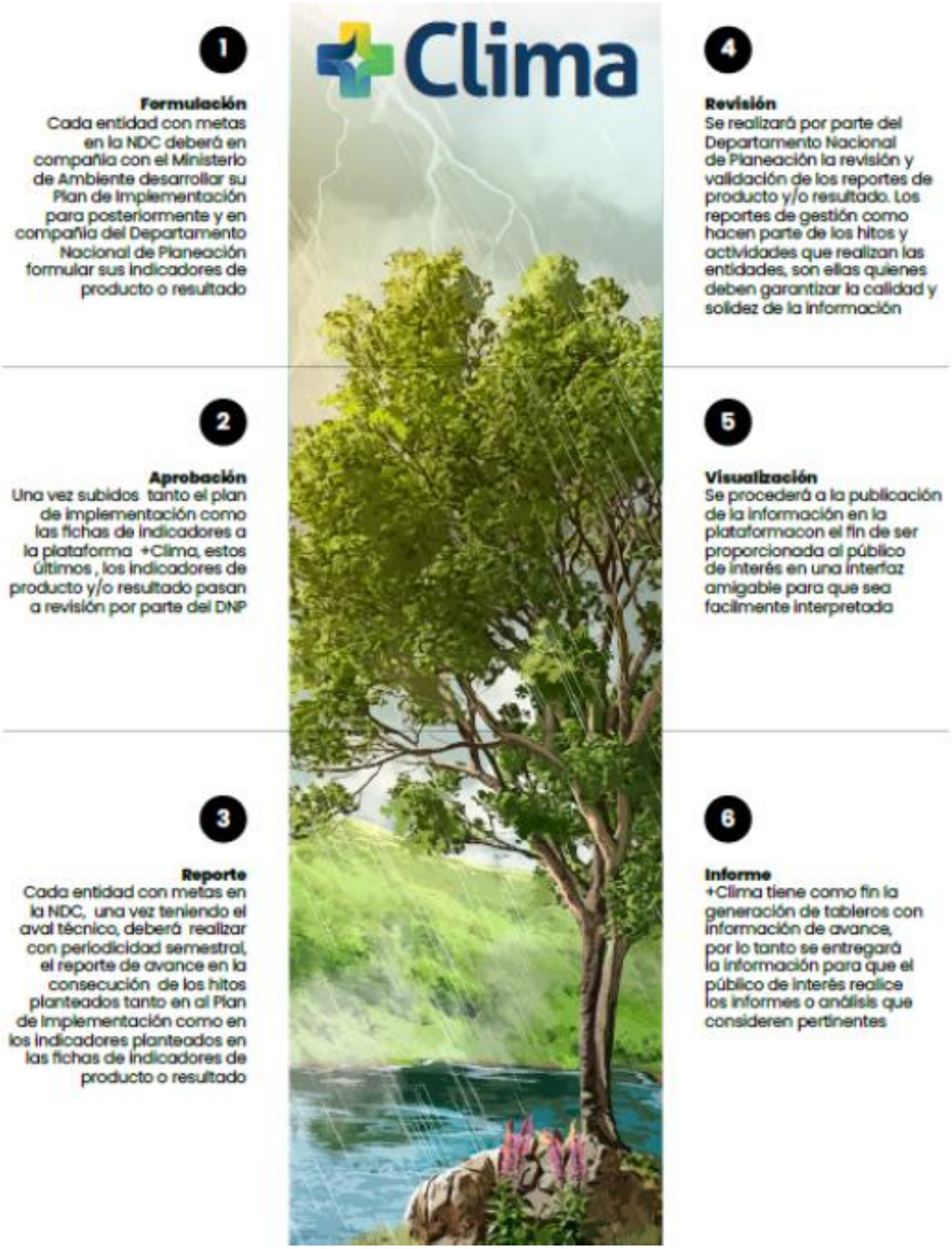


Figura 3-26. Plataforma + Clima

Fuente: Elaboración propia con base en DNP (2024).

Una vez expuesta la meta a través de la NDC, inicia el trabajo de seguimiento en cuanto al avance de cada una, para ello la plataforma +Clima requiere de informes de avance semestrales con el fin de establecer la forma en la cual el país se acerca a cumplir los compromisos climáticos. Cabe destacar que, al ser una plataforma establecida a través de internet, cualquier persona interesada puede ingresar y revisar a través de los informes de avance semestrales y de la información que aporta cada una de las entidades con metas en la NDC el estado de cumplimiento.

3.2. Descripción de la contribución determinada a nivel nacional en virtud del Artículo 4° del Acuerdo de París

3.2.1. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia

Como fue indicado en la descripción de este ítem en el documento del BTR1[16], Colombia, en el marco de sus compromisos ante el Acuerdo de París, presentó en 2015 y 2020 su NDC prevista y actualizada (República de Colombia, 2020a), respectivamente. En la primera, el país fijó una meta de reducción de emisiones del 20 % para el año 2030 con respecto a su escenario BAU, la cual podría haberse incrementado a un 30 % condicionada a la provisión de apoyo internacional (República de Colombia, 2020a). En su NDC actualizada de 2020, Colombia planteó una meta fija de emisiones para el año 2030, del orden de 169,44 millones de tCO2eq, lo que equivale a una reducción del 51 % de las emisiones respecto a su escenario de referencia proyectado para dicho año, e iniciando un decrecimiento en las emisiones entre 2027 y 2030 tendiente hacia la carbono-neutralidad a mediados de siglo (República de Colombia, 2020a). Adicionalmente, presentó las metas de reducción de emisiones de carbono negro, reducción de la deforestación y establecimiento de presupuestos de carbono.

Los elementos narrativos que profundizan en la descripción de estas NDC comunicadas previamente por el país pueden ser consultadas por el cuerpo colegiado de la CMNUCC y demás interesados en el referido documento17. En esta sección se presenta la información requerida según lo dispuesto en el parágrafo 64 del Capítulo III del Anexo de la Decisión 18 / CMA.1 y considerando las actualizaciones realizadas desde la presentación del primer BTR.

---

16 Sección 2.2.1 del primer Reporte Bienal de Transparencia (BTR1) de Colombia. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BTR1_Colombia.pdf

17 NDC inicial (iNDC) presentada en 2015 y ratificada en 2018. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/INDC%20Colombia.pdf; y NDC actualizada de Colombia (2020), disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf

Durante los años 2024 y 2025, el país adelantó el proceso de actualización quinquenal de su NDC, lo cual tuvo como resultado su tercera Contribución Determinada a Nivel Nacional "*NDC 3.0: Transformaciones para la vida*" (de forma abreviada, NDC 3.0) que fue presentada ante la CMNUCC en diciembre de 2025. La NDC 3.0 reitera el objetivo de mitigación para el año 2030, comunicado en 2020, y establece el objetivo de 2035 de emitir como máximo entre 155 y 161 $MtCO_2eq$. Así mismo, aclara la meta de carbono negro a 2030, indicando que el país reducirá las emisiones de carbono negro en un 40 % respecto al nivel del año 2014, lo que, en atención a lo comunicado en la NDC 2.0 equivale a reducir 6.130 toneladas de carbono negro para el año objetivo; por lo que, de manera consecuente, establece la meta de reducir las emisiones de carbono negro entre 6.130 y 8.873 toneladas al año 2035 respecto a las emisiones de 2014, excluyendo incendios forestales. Por otra parte, el país reitera en la NDC 3.0 que reducirá las emisiones por deforestación equivalente a alcanzar una tasa de deforestación neta de 50.000 ha/año en 2030; y establece la meta de reducir las emisiones por deforestación equivalentes a una tasa de deforestación neta entre 37.500 y 49.999 ha/año a nivel nacional en 2035 (República de Colombia, 2025a).

La NDC 3.0 detalla el marco temporal de implementación de las metas establecidas, indicando que el periodo de implementación de la NDC 2.0 (o NDC 2020) es desde 2020 hasta 2030, con metas puntuales en el 2030; y el periodo de implementación de la NDC 3.0 comprende desde el 1 de enero de 2031 al 31 de diciembre de 2035 (República de Colombia, 2025a). De esta manera, se resalta que las NDC 2.0 y 3.0 tienen un periodo de implementación diferenciado y no superpuesto. Esta diferenciación permite dar continuidad a la acción climática con una planificación secuencial. Así mismo, la NDC 3.0 integra en su portafolio de mitigación, la acción sectorial y territorial presentada en la NDC 2.0, y plantea los nuevos hitos hacia 2035, e incorpora medidas transformadoras que atiendan a las realidades diversas, que promueven la justicia social y el fortalecimiento de la resiliencia de comunidades y territorios. En este contexto, es importante aclarar que el presente BTR se enfoca exclusivamente en reportar los avances del periodo correspondiente a la NDC 2.0 (2020–2030).

En términos conceptuales, la NDC 3.0 refuerza una visión de país que entiende el cambio climático como uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo, pero también como una oportunidad de transformación profunda hacia una sociedad más justa, inclusiva y resiliente (República de Colombia, 2025a). Sus principios rectores incluyen la ordenación del territorio alrededor del agua; la transición energética y socioecológica justa; la protección de ecosistemas estratégicos como la Amazonía; la promoción de acceso a un financiamiento climático justo; el fortalecimiento de la democracia ambiental junto con la implementación del Acuerdo de Escazú; y el reconocimiento del papel de los sistemas rurales en la acción climática (República de Colombia, 2025a). Además, incorpora enfoques transversales que resultan esenciales para prever el impacto de la crisis climática: enfoques de género, intergeneracional, étnico diferencial, sociocultural

campesino, de derechos humanos y el enfoque de construcción de paz con la naturaleza; los cuales orientan el diseño de las medidas de mitigación y de adaptación con especial atención en las poblaciones vulnerables (República de Colombia, 2025a).

Entre sus elementos innovadores, la NDC 3.0 destaca la priorización estratégica para los sectores agropecuario, ambiente, energético, industrial, transporte y vivienda; y la inclusión de prioridades climáticas para los pueblos indígenas, estructuradas en cinco ejes: i) la gobernabilidad e institucionalidad climática intercultural, ii) territorios y territorialidades indígenas, iii) transición energética con enfoque de derechos, iv) financiamiento justo y directo para la acción climática indígena y v) mujeres indígenas: participación y cuidado (República de Colombia, 2025a). Estos elementos amplían el alcance de la NDC 2.0, al incorporar perspectivas territoriales y culturales inclusivas, buscando una contribución climática más integral y diferenciada.

3.2.1.1. Meta nacional de mitigación de Gases de Efecto Invernadero

La meta nacional de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el año 2030 se presenta en la Tabla 3-10. Esta información es consistente con la comunicada en las NDC 2.0 y NDC3.0, donde se presentó la coherencia metodológica de las metas de estos dos periodos en términos de tipo de meta, sectores, categorías IPCC, fuentes de emisiones y absorciones de GEI cubiertos. Asimismo, allí se presentan aclaraciones respecto a las diferencias en el objetivo, año objetivo y periodo de implementación al que aplica cada meta.

La meta para el año 2030, guarda consistencia con la trayectoria decreciente de las emisiones de GEI que se requiere para alcanzar la meta a 2035. A la vez, es consistente con el objetivo de carbono neutralidad planteado al año 2050 y con los presupuestos de carbono establecidos para los periodos 2020-2025; 2026-2030; y 2031-2035 definidos en el marco de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático.

El país ha presentado una meta de mitigación de GEI consistente con el nivel de ambición requerido por la ciencia y en línea con los mensajes de los informes de evaluación del IPCC y el objetivo del Acuerdo de París. Así mismo, en reconocimiento del principio de responsabilidades comunes, pero diferenciadas, el país ha resaltado sus necesidades en financiamiento, desarrollo y transferencia de tecnología, y fomento de capacidades tanto en las NDC como en los Reportes Bienales de Transparencia y Reportes Bienales de Actualización comunicados, acompañado de instrumentos como el fondo para la vida, la plataforma país y la estrategia y el corredor de financiamiento climático cuyo mantenimiento y fortalecimiento son indispensables para la implementación de la ambición climática nacional.

Tabla 3-10. Objetivo nacional de mitigación de emisiones de GEI

	Meta Mitigación de GEI
Objetivo y descripción, incluidos los tipos de objetivo, según corresponda (b, c)	En 2030 Colombia emitirá como máximo 169,44 Mt CO_2eq (NDC 2.0).
Año(s) o período(s) objetivo, y si son objetivos de un solo año o de varios años, según corresponda.	Año objetivo: 2030 (NDC 2.0). Objetivo de nivel fijo de emisiones netas absolutas en un año.
Punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año(s) base o punto(s) de inicio, y su(s) valor(es) respectivo(s), según corresponda	La meta de mitigación es de tipo "nivel fijo de emisiones en un año". Establece un máximo de emisiones netas que el país pretende alcanzar en 2030.
Plazos y/o plazos de implementación, según corresponda	El periodo de implementación de la NDC 2.0, con meta a 2030, es de 2020-2030.
Alcance y cobertura, incluidos, según corresponda, sectores, categorías, actividades, fuentes y sumideros, reservorios y gases, según corresponda	Sectores y categorías: – Energía (categoría 1 del BTR1). – Procesos industriales y uso de productos (categoría 2 del BTR1). – Agricultura (categoría 3 del BTR1) – Silvicultura, uso de la tierra y cambio de uso de la tierra (4 del BTR1). – Residuos (categoría 5 del BTR1). Cobertura: Todas las fuentes de emisión y absorción contabilizadas dentro del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, exceptuando las emisiones de combustibles usados en aviación internacional y transporte marítimo. Gases de efecto invernadero cubiertos: CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF_6. La estimación de los escenarios de mitigación y referencia de la NDC 2.0 fueron actualizados con la NDC 3.0 y, en ese sentido, se encuentran en línea con las categorías estimadas en el Inventario Nacional de GEI. Actualmente el inventario no incluye todos los depósitos de carbono debido a los vacíos de información a nivel nacional para las estimaciones de estas categorías, donde se incluyen los ecosistemas marinos y costeros, humedales diferentes a embalses para la generación de energía y ecosistemas de alta montaña; de igual forma, no se contabilizan las categorías de emisiones y absorciones no estimadas (NE) del inventario nacional de GEI. Una vez se cuente con la información pertinente para realizar la estimación de estas emisiones y/o absorciones, serán incluidas en el inventario nacional de GEI y, por tanto, serán parte del alcance y cobertura de la meta nacional de mitigación. No se contabilizan las remociones de CO_2 por el bosque natural que permanece como tal, es decir las categorías 4.A.1.a. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Bosque natural), 4.A.1.b. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Degradación) y 4.A.1.c. Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (Conversión de bosque natural a tierras forestales). Así mismo, las categorías que no son aplicables (NA) o que no ocurren en el país no hacen parte de la meta de la NDC. Teniendo en cuenta el tipo de meta y la cobertura especificadas, se precisa que la meta de emitir como máximo 169,44 MtCO_2eq en

	Meta Mitigación de GEI
	2030 no se verá ajustada por la inclusión ex post de nuevas categorías de emisiones o absorciones derivadas de procesos de mejora del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI).
Cualquier actualización o aclaración de información reportada anteriormente, según corresponda. (d)	Marco temporal: El presente BTR reporta el seguimiento al marco temporal de la NDC 2.0 (2020 a 2030). En ese sentido, la meta aplicable para el periodo es la correspondiente a 2030. El objetivo de mitigación comunicado en la NDC 3.0, que corresponde a emitir como máximo entre 155 y 161 $MtCO_2eq$ en 2035, se enmarca en el siguiente periodo de implementación, que es del 1 de enero de 2031 a 31 de diciembre de 2035. De esta manera, se resalta que las NDC 2.0 y 3.0 no tienen un periodo de implementación superpuesto, aunque esto no implica discontinuidad de algunas políticas, acciones y medidas de mitigación. Aclaraciones sobre cobertura: El país identifica que las medidas de mitigación contempladas en el escenario WM plantean acciones en todas las categorías clave de absorciones de CO_2 y en las categorías clave del inventario que representan el 60 % de las emisiones de GEI. Se identifica como una oportunidad hacia el incremento de ambición sectorial, la puesta en marcha de políticas, acciones y medidas en aquellas categorías clave no incluidas en el escenario WM. En consideración del alcance y cobertura de la meta referidos en el campo superior, los nuevos cálculos en categorías no estimadas (NE), no constituyen una circunstancia de ajuste a la meta nacional. Sin embargo, el país busca que los nuevos cálculos e información más detallada sobre las metodologías de estimación derivadas de los procesos de mejora del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero se vean reflejados en los escenarios sin medidas (WOM) y con medidas (WM) que se comunican en la sección de proyecciones de cada BTR.

Fuente: Adaptado de República de Colombia (2020, 2025).

3.2.1.2. Meta nacional de reducción de deforestación

Colombia reconoce que la reducción de la deforestación es un pilar fundamental para el cumplimiento de sus compromisos de mitigación en el marco de la NDC, en particular por su impacto directo en las emisiones del sector LULUCF, y en la conservación de sumideros de carbono. En este sentido, el país ha definido una meta específica, orientada a disminuir de manera sostenida la pérdida de bosque natural durante el periodo de implementación de la NDC 2.0 (2020–2030), articulando esta agenda con esfuerzos más amplios de política pública. La meta nacional de reducción de deforestación para el año 2030 se presenta en la Tabla 3-11. Esta información fue comunicada en la NDC 2.0 y reiterada en la NDC 3.0. En este contexto, se precisa que esta meta se refiere a deforestación neta, consistente con el indicador de seguimiento adoptado en la sección 3.3 y con el enfoque metodológico reportado ante la CMNUCC.

Se resalta que el control de la deforestación se concibe como una oportunidad para avanzar en el cierre de brechas sociales, la protección de la biodiversidad y la promoción de alternativas de desarrollo territorial sostenibles, especialmente en regiones estratégicas como la Amazonía. De esta manera, la lucha contra la deforestación no solo responde a objetivos climáticos, sino que se consolida como una prioridad nacional que integra la acción climática con el bienestar de las comunidades y la gestión sostenible de los territorios.

Tabla 3-11. Objetivo nacional de reducción de la deforestación

	Meta NDC – Deforestación
Objetivo y descripción, incluidos los tipos de objetivo, según corresponda (b, c)	Colombia reducirá las emisiones por deforestación equivalentes a disminuir la tasa de deforestación a 50.000 ha/año en 2030.
Año(s) o período(s) objetivo, y si son objetivos de un solo año o de varios años, según corresponda.	Año objetivo: 2030 Meta de cambio en la superficie de bosque natural debido a deforestación neta en el año 2030 y en el año 2035, respectivamente.
Punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año(s) base o punto(s) de inicio, y su(s) valor(es) respectivo(s), según corresponda	Al ser una meta de "nivel fijo en un año" no aplica un punto de referencia. Sin embargo, el país comunica ante la CMNUCC su nivel de referencia de emisiones forestales (NREF).
Plazos y/o plazos de implementación, según corresponda	Este objetivo de la NDC 2.0 se enmarca en el periodo de implementación de 2020 a 2030.
Alcance y cobertura, incluidos, según corresponda, sectores, categorías, actividades, fuentes y sumideros, reservorios y gases, según corresponda	Cambio en la superficie cubierta por bosque natural en el territorio nacional. Considerando la aclaración sobre la meta, que corresponde a deforestación neta, se precisa que el alcance incluye las actividades de deforestación y regeneración.
Cualquier actualización o aclaración de información reportada anteriormente, según corresponda. (d)	Marco temporal: El objetivo de reducción de la deforestación, comunicado en la NDC 3.0, que corresponde a una tasa de deforestación neta de entre 37.500 y 49.999 ha/año a nivel nacional en 2035, se enmarca en el siguiente periodo de implementación, que es del 1 de enero de 2031 a 31 de diciembre de 2035. De esta manera, se resalta que las NDC 2.0 y 3.0 no tienen un periodo de implementación superpuesto, aunque esto no implica discontinuidad de algunas políticas, acciones y medidas de mitigación. Aclaraciones sobre cobertura: El alcance de la meta de control a la deforestación considera el cambio en la superficie cubierta por bosque natural y ganancia de bosque (regeneración) en el territorio nacional. No obstante, las áreas en las que el país ha avanzado en restauración aún no han sido validadas mediante monitoreo satelital o en campo bajo criterios de crecimiento sostenido de largo plazo (aproximadamente 10 años). El país prevé la necesidad de adelantar desarrollos metodológicos que permitan identificar, de manera robusta, las áreas que se están regenerando y con trayectoria a convertirse en bosque, con el fin de mejorar el seguimiento a la presente meta. Las definiciones adoptadas por el país para la presente meta, respecto a bosque, no bosque, regeneración y deforestación, son las previstas en la Tabla 3-16 de la sección 3.3 del presente capítulo. Bajo estas definiciones, no se están incluyendo las coberturas de plantaciones forestales comerciales, agroforestales, silvopastoriles y áreas de arbustales que no cumplen con la altura o porcentaje de copa establecidos en las definiciones.

	Meta NDC – Deforestación
	Acorde con lo comunicado en la NDC 2.0, el país esperaría alcanzar una deforestación neta de bosque natural de 0 hectáreas/año en 2030, en caso de hacer uso de enfoques cooperativos, tales como los previstos en los mecanismos del Artículo 6 del Acuerdo de París.

Fuente: Adaptado de República de Colombia (2020, 2025).

3.2.1.3. Meta nacional de mitigación de carbono negro

Colombia reconoce la relevancia de la mitigación del carbono negro como un componente estratégico de su política climática, dadas sus implicaciones tanto en el cambio climático, como en la calidad del aire y la salud pública (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019a); (República de Colombia, 2020a). A pesar de los desafíos en el ritmo de reducción, el país ha avanzado en la implementación de medidas clave, especialmente en el sector energético y de transporte, responsable de la mayor proporción de emisiones. La meta nacional de mitigación de emisiones de carbono negro para el año 2030 se presenta en la Tabla 3-12 la cual detalla la meta de carbono negro en el marco de la NDC 2.0, que constituye la referencia para el seguimiento reportado en este BTR, incluyendo sus parámetros, alcance, actualizaciones metodológicas y aclaraciones pertinentes. Esta información es consistente con aquella comunicada en la NDC 2.0 y reiterada en la NDC 3.0.

Tabla 3-12. Objetivo nacional de mitigación de emisiones de carbono negro

	Meta mitigación de carbono negro
Objetivo y descripción, incluidos los tipos de objetivo, según corresponda (b, c)	Colombia reducirá las emisiones de carbono negro en un 40 % respecto al nivel del año 2014, lo que según la NDC 2.0 equivale a reducir 6.130 toneladas de carbono negro (NDC 2.0). Teniendo en cuenta los recálculos y mejoras en la información del inventario de carbono negro y contaminantes criterio, la meta de carbono negro a 2030 se mantiene expresada en términos absolutos de reducción.
Año(s) o período(s) objetivo, y si son objetivos de un solo año o de varios años, según corresponda.	Año objetivo: 2030 (NDC 2.0) Las metas de carbono negro corresponden a reducciones de emisiones con respecto a un año base y en un año puntual.
Punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año(s) base o punto(s) de inicio, y su(s) valor(es) respectivo(s), según corresponda	Año base: 2014 (NDC 2.0 y 3.0). El valor de referencia para el año 2014 utilizado en la NDC 2.0 (15.325 toneladas de carbono negro, excluyendo incendios forestales) se calculó con la información disponible al momento de su formulación (Ideam, Minambiente, Coalición del Clima y Aire Limpio, 2019). A partir del BUR3 (2021), que incorporó recálculos del Inventario de carbono negro, se evidenció un valor superior de emisiones para 2014. No obstante, la NDC 3.0 ratifica el compromiso previamente adquirido expresado en toneladas reducidas.
Plazos y/o plazos de implementación, según corresponda	El periodo de implementación de la NDC 2.0, con meta a 2030, es de 2020-2030.
Alcance y cobertura, incluidos, según corresponda, sectores, categorías,	Las medidas definidas para la reducción de emisiones de carbono negro inciden de manera directa en las categorías 1A3 Transporte, 1A2 Industrias manufactureras y de la construcción, y 3F Quema de

	Meta mitigación de carbono negro
actividades, fuentes y sumideros, reservorios y gases, según corresponda	residuos agrícolas en cultivos. Adicionalmente, se han venido desarrollando acciones en diversas categorías del inventario nacional, entre ellas: • **Energía: 1A1 Industrias de la energía, 1A2 Industrias manufactureras y de la construcción, 1A3 Transporte, 1A4 Otros sectores, 1B1 Combustibles sólidos y 1B2 Petróleo y gas natural.** • **Procesos industriales y uso de productos:** 2A Industrias de los minerales, 2B Industria química, 2C Industria de los metales y 2H Otras. • **Agricultura:** 3F Quema de residuos agrícolas en cultivos. • **Residuos:** 5C Incineración de desechos. **Cobertura:** Las emisiones de carbono negro se contabilizan para todo el territorio nacional, excluyendo aquellas clasificadas como no estimadas (NE) o no aplicables (NA) en el Inventario de emisiones y absorciones atmosféricas. Tampoco se incluyen las emisiones provenientes de incendios de bosques y praderas (anteriormente categoría 11B), que en el inventario más reciente se registran en las categorías 4(IV).A. Tierras forestales y 4(IV).C. Pastizales (anteriormente contabilizadas en la categoría 11B) y se presentan únicamente como información complementaria, sin incorporarse al total nacional de emisiones de carbono negro.
Cualquier actualización o aclaración de información reportada anteriormente, según corresponda. (d)	Marco temporal: El objetivo de carbono negro (CN), comunicado en la NDC 3.0, que corresponde a reducir las emisiones de CN entre 6.130 y 8.873 toneladas al año 2035 respecto a las emisiones de 2014 (excluyendo incendios forestales), se enmarca en el siguiente periodo de implementación, que es del 1 de enero de 2031 a 31 de diciembre de 2035. De esta manera, se resalta que las NDC 2.0 y 3.0 no tienen un periodo de implementación superpuesto, aunque esto no implica discontinuidad de algunas políticas, acciones y medidas de mitigación. Actualización metodológica de la línea base Para la formulación de la meta correspondiente a 2030 en la NDC 2.0, se utilizaron los resultados del primer inventario nacional de carbono negro y contaminantes criterio para la serie temporal 2010 - 2014. Con base en dicho ejercicio, se estimó que las emisiones de carbono negro en 2014 ascendían a 15.325 toneladas. Posteriormente, como resultado de las mejoras metodológicas del inventario y de la actualización de los datos de actividad en categorías de emisión de carbono negro, se incorporaron recálculos metodológicos reportados en el BUR3 y en el BTR 1. En consecuencia, la estimación de emisiones revisada para 2014 se recalculó a 29.040 t CN. La actualización de la línea base tiene implicaciones directas sobre la interpretación y cuantificación del esfuerzo de mitigación asociado a la meta. En este sentido, la reducción prevista para 2030 (según la actualización en la NDC 3.0) se expresa en reducciones de emisiones correspondientes a 6.130 tCN respecto al nivel de 2014; y para 2035 se expresa en un rango de entre 6.130 y 8.873 toneladas de carbono negro con respecto a las emisiones del año base 2014. De acuerdo con el BTR 1, estos ajustes obedecen principalmente al refinamiento de la información de actividades y de los supuestos de estimación en fuentes tales como la quema de combustibles y las quemas agrícolas. Categorías con recálculos relevantes

	Meta mitigación de carbono negro
	Las principales categorías en las que se identificaron modificaciones de la línea base corresponden a 1.A.1. Industrias de la energía; 1.A.2. Industrias manufactureras y construcción; 1.A.3. Transporte; 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles; 2.C. Industria de los metales; 2.H. Otros; 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo; y 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos, entre otras.

Fuente: Adaptado de República de Colombia (2020, 2025) e IDEAM et al. (2019).

3.2.1.4. Enfoques cooperativos y otras actualizaciones o aclaraciones de información

Posterior a la presentación de la NDC 3.0 - Transformaciones para la vida, en el año 2025 no se han realizado actualizaciones, ni se ha generado información con mayor nivel de detalle. Tampoco se han desarrollado recálculos de las metas o cualquier otra información que haga parte de la NDC. En relación con los enfoques cooperativos, la Tabla 3-13 presenta las aclaraciones y actualizaciones pertinentes, en consonancia con lo descrito en la sección 3.1 (Descripción sectorial y arreglos institucionales).

Tabla 3-13. Enfoques cooperativos y actualizaciones o aclaraciones de información

Intención de utilizar enfoques cooperativos que impliquen el uso de ITMO (resultado de mitigación transferido internacionalmente) en virtud del artículo 6 para las NDC en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París, según corresponda	El país no ha implementado a la fecha enfoques cooperativos bajo el artículo 6.2 del Acuerdo de París, ni ha utilizado o transferido ITMOs para el cumplimiento de sus NDC. La NDC 3.0 (2025) reconoce de manera condicionada los mecanismos del Artículo 6 (6.2, 6.4 y 6.8) como opciones potenciales que apoyen la implementación de la NDC (República de Colombia, 2025), siempre que su eventual utilización resulte conveniente para el cumplimiento de los objetivos nacionales de acción climática y se sustente en las capacidades institucionales, técnicas y operativas del país. Lo anterior, no constituye decisión de implementación ni compromiso de reglamentación o participación en mercados internacionales de carbono. Se mantiene una aproximación gradual, soberana y contingente, sujeta a futuras decisiones de política pública basadas en criterios nacionales, integridad ambiental y coherencia con instrumentos domésticos.
Cualquier actualización o aclaración de información reportada anteriormente, según corresponda. (d)	No se registran cambios sustantivos con respecto al reporte anterior en la posición del país sobre el uso de ITMOs ni en instrumentos vinculados a transferencias internacionales. Los instrumentos de precio al carbono vigentes (impuesto al carbono y PNCTE en desarrollo) tienen alcance exclusivamente doméstico y, hasta la fecha, no están vinculados con los mecanismos del Artículo 6 ni contemplan interoperabilidad internacional, ajustes correspondientes o autorización a transferencias. En la sección 3.1.3.4 (Arreglos institucionales y marco normativo para el seguimiento de los resultados de mitigación de transferencia internacional) del presente capítulo, se reportan avances de carácter administrativo respecto a la transición del MDL al mecanismo del Artículo 6.4. Colombia analizó las solicitudes de transición y, con base en su marco institucional y prioridades climáticas, concluyó que actualmente no cuenta con las condiciones habilitantes necesarias, incluyendo la reglamentación integral para transferencias internacionales de resultados de mitigación, la actualización del Inventario Nacional y la plena operatividad del Renare, para adoptar una decisión técnica e informada sobre dichas aprobaciones. En consecuencia, y en línea con el carácter voluntario del Artículo 6 y la necesidad de asegurar integridad ambiental, transparencia y coherencia

	con la NDC, el país optó por un enfoque gradual y prudente, absteniéndose por ahora de autorizar la transición, sin perjuicio de su interés en participar en estos mecanismos una vez se consoliden las capacidades e instrumentos requeridos. El país prioriza los enfoques de no mercado (Art. 6.8) como eje de cooperación internacional, en línea con su NDC. Estos se conciben como instrumentos para fortalecer la acción climática doméstica mediante financiamiento, tecnología, fortalecimiento de capacidades y cobeneficios sociales y ambientales, preservando la soberanía sobre los resultados de mitigación. Se prevé el fortalecimiento institucional y la definición de una hoja de ruta nacional, sin generar compromisos regulatorios sobre mercados ni transferencias internacionales.

Fuente: Adaptado de República de Colombia (2025).

3.2.2. Estrategia Climática de Largo Plazo - E2050

La Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia – E2050, comunicada ante la CMUNCC en 2021, es el instrumento de política de Estado por medio del cual se planifican de manera estratégica las transformaciones necesarias para que el país sea resiliente al clima al año 2050 (Gobierno de Colombia, 2021). A través de la E2050 se ha promovido la incidencia de la visión de largo plazo en instrumentos de política y de planificación, con unos objetivos claros: Reducción de las emisiones GEI al 90 % respecto a las del año 2015 y balancear con absorciones el 10 % restante para alcanzar un balance neto cero; así como reducir la vulnerabilidad del territorio, los daños y pérdidas causados por el cambio climático, con un enfoque territorial integral y multisectorial (Gobierno de Colombia, 2021).

La E2050 propone nueve apuestas a través de las cuales busca el cumplimiento de sus objetivos, generando cobeneficios a nivel económico, social y ambiental (Gobierno de Colombia, 2021). Las NDC son el principal instrumento para la materialización de estas apuestas y transformaciones, a través de las cuales se cumplirán los objetivos de mitigación y adaptación, en cumplimiento del Acuerdo de París. Además, la alineación de las NDC con la visión de largo plazo garantiza que las metas climáticas del país sean coherentes, ambiciosas y realistas, al vincular las acciones a corto y mediano plazo, con una visión de desarrollo sostenible a largo plazo. Por ende, la NDC se consolida como el principal instrumento para avanzar hacia el cumplimiento de la visión de largo plazo de la E2050.

Colombia comunicó ante la CMNUCC la versión actualizada de su NDC 2.0 en 2020 y recientemente, la NDC 3.0 en 2025 de acuerdo con los ciclos quinquenales de actualización establecidos. Para la actualización de la NDC en su versión 3.0, fue fundamental garantizar la coherencia de las metas establecidas con la visión de largo plazo, por lo que se realizó un análisis de correspondencia entre las apuestas de la E2050 con sus opciones de transformación y referentes de ambición, y las medidas que fueron propuestas para asegurar el aumento de ambición respecto a la NDC 2.0. Para este análisis se consideraron únicamente

las medidas sectoriales que actúan como acciones estructurantes al articular las medidas territoriales y del sector privado.

Para las medidas de mitigación, adaptación y medios de implementación de la NDC 3.0, el 80,8 % están articuladas con alguna de las nueve apuestas de la E2050, en su mayoría las medidas le apuntan a las apuestas: 1) Conocimiento y gobernanza climática; 2) Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; 6) Ciudades - región con un desarrollo urbano integral y 7) Matriz energética diversificada.

Aunque la E2050 fue comunicada a la CMNUCC un año después de la actualización de la NDC 2.0; se realizó este mismo análisis con las medidas sectoriales propuestas en 2020, identificando que el 87,8 % de las medidas están articuladas por lo menos con alguna de las nueve apuestas de la E2050, como lo son: 1) Conocimiento y gobernanza climática; 2) Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos; 6) Ciudades - región con un desarrollo urbano integral y 8) Movilidad e infraestructura sostenibles. Las anteriores apuestas no solo recogen el mayor número de medidas tanto de mitigación, adaptación y medios de implementación, sino que también se articulan con sus opciones de transformación y referentes de ambición.

Por otra parte, considerando que uno de los principales objetivos de la E2050 es alcanzar la carbono neutralidad para el año 2050 con una reducción del 90 % de las emisiones de GEI nacionales respecto a las de 2015; a través de la NDC se ha venido avanzando en el cumplimiento de esta meta con la implementación de medidas en temas estratégicos para la carbono-neutralidad tales como:

a. Soluciones Basadas en la Naturaleza: restauración ecológica y reducción intersectorial de la deforestación.
b. Movilidad sostenible: NAMA DOT - Desarrollo Orientado al Transporte, NAMA TANDEM -Transporte Activo y Gestión de la Demanda y Movilidad eléctrica.
c. Eficiencia energética: promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector de industria, generación de electricidad, gestión de la demanda y promoción de distritos térmicos para la sustitución de sistemas de enfriamiento en ciudades.
d. Agricultura sostenible: estrategias de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida de la producción de cacao (*Theobroma cacao*), estrategia integral del subsector panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva (NAMA PANELA); NAMA Café de Colombia y NAMA de ganadería bovina sostenible.
e. Economía circular: gestión integral de residuos sólidos.
f. Impuestos al carbono: mecanismo de precios al carbono.

3.3. Información necesaria para rastrear el progreso hecho en la implementación y logro de la NDC bajo el Artículo 4 del Acuerdo de París

3.3.1. Indicadores y seguimiento de los progresos realizados en la aplicación y cumplimiento de la NDC

En el marco de los compromisos adquiridos por Colombia mediante la ratificación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), a través de la Ley 164 de 1994 (Congreso de la República de Colombia, 1994), y del Acuerdo de París, mediante la Ley 1844 de 2017 (Gobierno de Colombia, 2017), el país continúa avanzando en la implementación del Marco de Transparencia Reforzado18, conforme a lo establecido en el artículo 13 de dicho Acuerdo y a las modalidades, procedimientos y directrices adoptados mediante la decisión 18/CMA.1. En este contexto, la presente sección describe y actualiza los indicadores definidos por Colombia para el seguimiento del progreso en la implementación y cumplimiento de su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), en coherencia con la naturaleza de las metas planteadas.

En línea con lo reportado en el BTR1, el país mantiene los indicadores definidos en el Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI) para el seguimiento de los avances en mitigación y contaminantes climáticos de vida corta, a saber: (i) emisiones de GEI respecto a la meta trazada a 2030 y 2035 (Indicador 1: Mitigación requerida para la meta); (ii) cambio en la superficie cubierta por bosque natural (Indicador 2: Superficie deforestada); y (iii) avance en la reducción de emisiones de carbono negro (Indicador 3). Estos indicadores permiten evaluar de manera integral el progreso hacia las metas establecidas en la NDC actualizada.

Adicionalmente, para el BTR2 se incorpora un nuevo indicador orientado a hacer seguimiento al gasto del presupuesto de carbono19 correspondiente al quinquenio bajo reporte. Este indicador complementa el marco de seguimiento nacional, reconociendo la importancia de monitorear la trayectoria de emisiones acumuladas a nivel nacional en relación con los niveles máximos acordados por el país en los presupuestos de carbono. No obstante, es pertinente señalar que la

18 Enhanced Transparency Framework (ETF, por sus siglas en inglés)
19 Según la Ley 2169 de 2021, el país entiende los presupuestos de carbono como el "nivel máximo permitido de emisiones acumuladas de Gases de Efecto Invernadero en millones de t CO_2eq para un periodo de tiempo determinado (...)" con el fin de "contribuir con el logro de la meta de la NDC de emitir como máximo 169,44 Mt CO_2eq en 2030 (...)".

meta asociada a los presupuestos de carbono en la NDC consiste en el establecimiento de estos presupuestos y, por tanto, es de carácter cualitativo. En este sentido, el país ya reportó en el BTR1 el cumplimiento de dicha meta, al informar que la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) estableció los presupuestos de carbono en 2024, mediante el Acuerdo N° 013 del 18 de septiembre de 202420.

Los cuatro indicadores son detallados en las tablas 15, 16, 17 y 18 del presente documento, en términos de su descripción, metodologías aplicadas, puntos o niveles de referencia aplicables, consistencia con el inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas, con la NDC, progreso y aclaraciones. Al respecto, es importante precisar que el alcance del seguimiento reportado en el presente documento se centra principalmente en las metas con horizonte al año 2030, en consistencia con el período de implementación de la NDC 2.0 (2020-2030). En este sentido, si bien la NDC 3.0 introduce actualizaciones relevantes (incluyendo metas al 2035 más ambiciosas), dichas disposiciones se incorporan en esta sección principalmente a manera de referencia y la evaluación de su cumplimiento de las metas de la NDC 3.0 se realizará progresivamente en los ciclos de reporte respectivos dentro del periodo de implementación, es decir, en los BTR del periodo correspondiente a 2031-2035.

3.3.1.1. Indicador 1: Mitigación requerida para la meta

Este indicador hace seguimiento a la mitigación de emisiones de GEI requerida para el cumplimiento de la meta planteada en las NDC. Para ello, toma como base las emisiones netas nacionales sin ninguna desagregación por categorías o sectores IPCC, a partir del INGEI. Este valor es comparado con la meta nacional de mitigación establecida a 2030, de manera que no se incurre en definiciones que puedan ser diferentes a aquellas en el INGEI o en la NDC.

Tabla 3-14. Indicador 1: Mitigación requerida para la meta

Nombre del indicador	Indicador 1: Mitigación requerida para la meta
Unidad, según corresponda	Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Mt CO_2eq) de emisiones netas.
Descripción del indicador	Consiste en la comparación de las emisiones netas estimadas en el último año calendario disponible del inventario de GEI (INGEI) y la meta de emisiones netas de GEI máximas permitidas planteada en la NDC que, para 2030 corresponde a 169,44 Mt CO_2eq (República de Colombia, 2025). El indicador permite estimar la brecha de mitigación pendiente, expresada como la cantidad de emisiones netas que el país tendría que reducir para alcanzar el nivel de emisiones de la meta. Su cálculo se expresa como: Ecuación 1 $$Mitigación\ requerida = Meta_y - INGEI_t$$

20 Acuerdo 13 de 2024 de la CICC "Por la cual se establecen los presupuestos de carbono nacionales hasta el año 2035, y se adoptan lineamientos para su establecimiento. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/12/Acuerdo-013-de-2024_CICC-XVIII_DNP_VoBo-DDA-Firmada.pdf

Nombre del indicador	Indicador 1: Mitigación requerida para la meta
	Donde: ***Meta$_y$:*** Corresponde a la meta nacional de emisiones máximas permisibles de GEI para el año que se desea evaluar dentro del periodo de implementación de la NDC respectiva. En el caso de evaluaciones respecto a la meta a 2030, el valor corresponde a 169,44 Mt CO_2eq. Para evaluaciones respecto a la meta 2035, el valor corresponde al rango entre 155 y 161 Mt CO_2eq. ***INGEI$_t$:*** Corresponde a las emisiones netas del año (t) calendario disponible en el INGEI, para el cual se hace el seguimiento se encuentra dentro del periodo de implementación de la NDC correspondiente (para la NDC 2.0 aplica el periodo 2020-2030 y para la NDC3.0 aplica el periodo 2031-2035). Un resultado igual a cero indica que las emisiones netas observadas son iguales a la meta evaluada; un valor negativo representa la magnitud de la brecha de reducción pendiente; y un valor positivo indicaría reducciones logradas adicionales respecto a la meta.
Metodologías y/o métodos de rendición de cuentas utilizados para el indicador.	La fuente de información principal para el seguimiento del indicador es el inventario nacional de emisiones de GEI más reciente, a cargo del Ideam, el cual estima las absorciones realizadas por los reservorios de carbono en Colombia y de emisiones derivadas de las actividades humanas de acuerdo con las directrices y metodologías estandarizadas del IPCC de 2006, y sus refinamientos de 2019, así como, el Manual para la revisión nacional de inventarios de gases de efecto invernadero (IPCC, 2019). Este inventario es actualizado de acuerdo con los periodos de presentación de informes ante la CMNUCC. El indicador no introduce metodologías adicionales de estimación de emisiones: utiliza directamente las emisiones netas nacionales agregadas reportadas por el inventario y las compara con el nivel de emisiones máximas definido en la NDC. En consecuencia, su método de rendición de cuentas es transparente, reproducible y consistente con el alcance nacional de la meta y con la metodología del IPCC, utilizada para el inventario.
Definiciones necesarias para entender el indicador	***Mitigación requerida****:* Nivel de emisiones pendientes por mitigar para cumplir la meta, asumiendo que el total de emisiones comprometido para 2030 o 2035 (según se realice la evaluación para cada meta) se debiera cumplir en cada año reportado en el BTR. Esto indica que, cuando el valor sea cero o positivo, ya no habrá emisiones por reducir para dar cumplimiento a la meta. ***Emisiones netas***: Constituye el balance entre las emisiones a la atmósfera y las absorciones de GEI causadas por actividades humanas durante un periodo de tiempo determinado. Su métrica es millones de toneladas de CO_2eq. Son entendidas también como emisiones absolutas. ***Meta****:* La meta hace referencia al compromiso en la NDC del país, en términos de mitigación, el cual corresponde a emisiones de 169,44 MtCO_2eq en 2030 y entre 155 y 161 MtCO_2eq en 2035. El tipo de meta es de nivel fijo de emisiones absolutas en un año puntual, por lo tanto, al aplicar el indicador se tomará el total de emisiones máximas comprometidas en el año meta de la NDC respectiva. ***INGEI****:* Corresponde a las siglas del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (INGEI) y considera todas las emisiones por fuente, tipo de GEI, y las remociones por tipo de sumidero, de acuerdo con las directrices del IPCC. Este es actualizado de acuerdo con los periodos de presentación de informes ante la CMNUCC.
Sector(es) o categoría(s) definido(s) de manera diferente en comparación con el informe del inventario nacional.	No aplica. Este indicador hace seguimiento a la mitigación de emisiones de GEI requerida para el cumplimiento de la meta a partir de su comparación con las emisiones netas nacionales sin ninguna desagregación por categorías, sectores IPCC o subsectores diferentes a las utilizadas en el inventario nacional. Por ello, no requiere homologaciones adicionales entre sectores IPCC y sectores cartera para fines de cálculo del indicador.
Punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año(s) de base o punto(s) de partida, según corresponda (párrafos 67 y 77(a)(i) de las MPG)	No aplica una línea base o nivel de referencia para el cálculo del indicador, dado que la meta de mitigación corresponde a un nivel fijo de emisiones netas en un año objetivo, por lo que establece un máximo de emisiones netas a las que el país pretende alcanzar en 2030. No obstante, para la construcción de la NDC se analizó un escenario de referencia, con enfoque tendencial, junto con el análisis y modelación de un portafolio de políticas, acciones y medidas de mitigación que constituyen el escenario de mitigación (escenario con medidas).

<table>
<tr><th>Nombre del indicador</th><th>Indicador 1: Mitigación requerida para la meta</th></tr>
<tr><td>Período de implementación de la NDC que cubre información de años de informe anteriores, según corresponda, y el año más reciente, incluido el año final o el final del período (párrafos 68 y 77(a)(ii-iii) de las MPG)</td><td>Mitigación requerida para alcanzar la meta a 2030
$Meta_Y = Meta_{2030} = 169,44$ Mt CO_2eq
<table><tr><td>Años</td><td>2020</td><td>2021</td><td>2022</td><td>2023</td><td>2024</td></tr><tr><td>Emisiones netas (MtCO_2e)</td><td>274,35</td><td>280,24</td><td>268,91</td><td>257,05</td><td>276,73</td></tr><tr><td>Mitigación requerida (MtCO_2e)</td><td>-105,91</td><td>-110,80</td><td>-99,47</td><td>-87,61</td><td>-107,3</td></tr></table>El INGEI actualizado (1990-2024) muestra que las emisiones netas nacionales de GEI alcanzaron las 276,73 Mt CO_2eq en 2024. En términos del indicador, la brecha de mitigación respecto de la meta 2030 se encuentra en -107,29 Mt CO_2eq en 2024. Por definición del indicador, entre más lejos de cero se encuentre un valor negativo, esto reflejará una mayor distancia respecto al nivel de emisiones requerido para 2030; en contraposición, los valores más cercanos a cero evidencian que el país se acerca a las emisiones netas comprometidas en su NDC, en el año respectivo.</td></tr>
<tr><td>Nivel objetivo en el año 2030 (NDC 2.0)</td><td>0 MtCO_2eq
Respecto a la meta 2030 de emisiones máximas de 169,44 Mt CO_2eq.</td></tr>
<tr><td>Año o periodo objetivo</td><td>2030</td></tr>
<tr><td>Progreso realizado hacia la NDC, determinado al comparar la información más reciente para cada indicador seleccionado, incluso para el año final o el final del período, con el punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año base(s) o punto(s) de partida (párrafos 69 a 70 de las MPG)</td><td>No aplica, dado que el indicador hace seguimiento a la meta de mitigación de nivel fijo de emisiones en un año objetivo, por lo que la evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC se realizará una vez se cuente con información de los años objetivo (2030 y 2035 respectivamente). De manera orientativa, para el periodo 2020-2024, el indicador debe interpretarse como una señal de progreso y de distancia respecto a la meta, no como una evaluación final de cumplimiento. Los resultados de este periodo (2020-2024) permiten analizar, de manera orientativa, el progreso reciente frente a la meta de 169,44 Mt CO_2eq en 2030. Durante este periodo, las emisiones netas oscilaron entre 257,05 Mt CO_2eq en 2023 y 280,24 Mt CO_2eq en 2021, mientras que la mitigación requerida pasó de –105,91 Mt CO_2eq en 2020 a –107,29 Mt CO_2eq en 2024. En consecuencia, la mitigación requerida se sostiene en promedio, en -102,21 MtCO_2eq para el referido quinquenio.
Durante el período de reporte se observó una estabilización de las emisiones nacionales para los años 2020 y 2021 y, posteriormente, experimentó una importante disminución de estas durante 2022 y 2023 como consecuencia de la disminución de las tasas de deforestación ocurridas durante esos años. Lo anterior tuvo incidencia en la reducción de valor del indicador al alcanzar cifras de –99,47 y –87,61 MtCO_2eq de emisiones requeridas para lograr la meta fijada en 2030. La mejora observada en 2022 y 2023 está asociada a una reducción de las emisiones netas, en un contexto de menores niveles de deforestación y de mejoras en el balance del sector LULUCF. Sin embargo, el repunte de 2024, cuando las emisiones netas alcanzaron 276,73 Mt CO_2eq y la brecha se incrementó nuevamente a –107,29 MtCO_2eq, evidencia la sensibilidad del indicador a las variaciones interanuales del uso de la tierra, especialmente al aumento de la deforestación frente a 2023.
En general, el comportamiento del indicador para el período de reporte 2020 – 2024 demuestra una tendencia a estabilizar las emisiones netas del país y, con ello del esfuerzo de mitigación requerido para lograr la meta de mitigación de GEI. A partir del valor de 2024, cerrar la brecha hacia 2030 requiere que el país reduzca aproximadamente 107,29 Mt CO_2eq en seis años, equivalente a una reducción lineal promedio de 17,88 Mt CO_2eq anuales. Este cálculo no constituye una trayectoria oficial, pero ilustra la magnitud del esfuerzo pendiente y la necesidad de sostener reducciones en LULUCF, profundizar el control de la deforestación y acelerar medidas estructurales en energía, transporte, industria, agricultura y residuos.</td></tr>
<tr><td>Relación del indicador con la NDC, compatibilidad metodológica con la NDC y discrepancias</td><td>El indicador guarda relación directa con la NDC en la medida que permite hacer seguimiento al avance respecto al nivel máximo de emisiones netas comprometido para 2030. Dicho compromiso de mitigación de la NDC está definido como una cantidad máxima de emisiones netas, expresada en Mt CO_2eq, al año 2030 para el país, con alcance nacional y cobertura de todos los sectores de la economía (ver cobertura de la meta en</td></tr>
</table>

Nombre del indicador	Indicador 1: Mitigación requerida para la meta
metodológicas con el informe del inventario nacional más reciente.	la Sección 3.2). En congruencia con este enfoque, el indicador toma como base, la información agregada de las emisiones netas nacionales reportada por el INGEI, considerando la misma cobertura de la meta en la NDC. En este sentido, este indicador permite realizar el seguimiento continuo durante el periodo de implementación de la NDC (2020-2030), capturando todos los resultados de las medidas inmersas en ella y reflejando la distancia entre las emisiones netas observadas y el nivel máximo de emisiones establecido para el año objetivo. Desde el punto de vista metodológico, existe compatibilidad general entre el indicador, la NDC y el INGEI, dado que el cálculo se realiza sobre el agregado nacional de emisiones netas, expresado en la misma unidad de medida (Mt CO_2eq) y con el mismo alcance nacional de la meta. La fuente principal de información del indicador es el INGEI, el cual hace uso de las metodologías sugeridas por el IPCC (versión 2006 y sus refinamientos de 2019). Asimismo, en la construcción y actualización de la NDC 2020 se buscó replicar dichas metodologías, donde se hizo uso de una homologación de las emisiones de GEI entre categorías IPCC y los diferentes sectores cartera (Sectores económicos agrupados por Ministerios del gobierno nacional), así como la adopción de las metodologías sugeridas por el IPCC dentro de los inventarios nacionales de GEI. En consecuencia, para el cálculo del indicador a nivel de resultados nacionales agregados, no se identifican discrepancias metodológicas, ni se requieren factores de ajuste u homologaciones adiciona les en las metodologías aplicadas. No obstante, debe precisarse que la ausencia de discrepancias aplica al nivel agregado nacional utilizado para este indicador. En el documento “Descripción de los supuestos aplicados para modelar las medidas de mitigación” de la sección de proyecciones (anexo de descripción de supuestos) se detallan las discrepancias metodológicas identificadas a nivel de subcategorías afectadas por medidas de mitigación, en comparación con el inventario presentado en el BTR1. Estas diferencias fueron analizadas con base en la información del inventario disponible en el BTR1, considerando que el país no cuenta actualmente con la capacidad operativa para cerrar un nuevo ciclo completo de inventario antes de avanzar con la actualización y análisis de proyecciones. Por tanto, dichas discrepancias son relevantes para la interpretación de supuestos y resultados sectoriales o por subcategoría en la sección de proyecciones, pero no alteran la consistencia metodológica del indicador de mitigación requerida, calculado sobre las emisiones netas nacionales agregadas del INGEI más reciente. Finalmente, debe señalarse que los valores del indicador pueden variar entre ciclos de reporte como resultado de recálculos del INGEI, actualización de datos de actividad, mejoras de factores de emisión, refinamientos metodológicos o mejoras de monitoreo. En la vigencia 2026, como parte del segundo BTR, el seguimiento del indicador se realiza con la serie de tiempo actualizada 1990 a 2024 del inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas, por lo que los resultados reflejan la mejor información disponible para el agregado nacional al momento del reporte. Además, se resalta que se hacen actualizaciones acordes con las metodologías adoptadas y sugeridas por el IPCC entre la versión 2006 a la versión 2019, así como la revisión técnica de expertos del BTR1, como es explicado más detalladamente en el apartado de Recálculos y mejoras del Documento del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas del presente BTR.
Aclaraciones sobre el indicador.	El indicador no define sectores o categorías de manera diferente en comparación con el informe del inventario nacional. El indicador debe leerse como una señal agregada de resultado nacional y no como una atribución directa a una medida específica. Su comportamiento refleja el efecto combinado de políticas de mitigación, dinámicas económicas, cambios tecnológicos, variaciones en el uso del suelo, desempeño de los sistemas de monitoreo y recálculos metodológicos del INGEI. En ese sentido, su valor agregado para el BTR2 consiste en mostrar si las emisiones netas nacionales se acercan o se alejan del nivel máximo comprometido en la NDC para el año 2030, y orientar las decisiones futuras de implementación de mitigación de GEI.

Fuente: Elaboración propia con base en República de Colombia (2020, 2025) e INGEI 1990-2024.

3.3.1.1.1. Información sobre los años anteriores del período de aplicación de la NDC en virtud del artículo 4 para el presente indicador

De conformidad con lo indicado en la MPG 77 (literal a.ii), en esta sección se presenta la información más reciente respecto al indicador 1. Entre 1990 y 2019 se observa una tendencia incremental en el comportamiento de las emisiones netas de GEI (*Figura 3-27*). El incremento de emisiones netas nacionales entre el primer y último año de la serie histórica previa al periodo de implementación de la NDC es de 47,14 $MtCO_2eq$, equivalente a 20,95 % frente a 1990. Este comportamiento implica que la mitigación requerida frente a la meta 2030 se amplió en el largo plazo. No obstante, la trayectoria no fue lineal: combina fases de crecimiento, reducciones abruptas y nuevos incrementos asociados a dinámicas económicas, sectoriales y de uso del suelo.

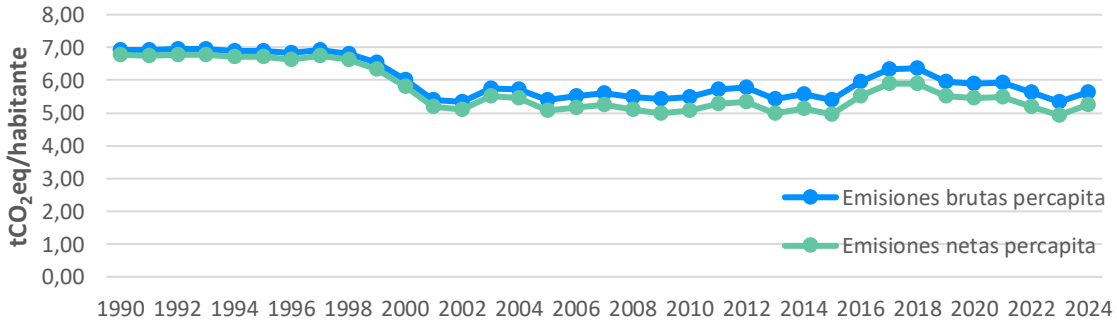


Figura 3-27. Emisiones netas de GEI y emisiones netas de GEI per cápita

Fuente: Adaptado de INGEI 1990-2024.

Entre 1990 y 1997 las emisiones netas aumentaron de 225,03 a 252,21 Mt CO_2eq. Esta expansión es consistente con un periodo de crecimiento de la actividad económica, urbanización, mayor demanda de energía y transporte, y expansión de actividades agropecuarias y de cambio de uso del suelo. La reducción observada entre 1998 y 2002 constituye un punto de inflexión de la serie. Las emisiones netas disminuyeron desde 252,21 Mt CO_2eq en 1997 hasta 205,77 Mt CO_2eq en 2002. Esta caída coincide con una fase de desaceleración económica nacional, por crisis económicas a finales de los años noventa (1999) y en 2009. En 2002, la caída de emisiones se asocia al cambio de la tasa de deforestación anual de bosque entre 2000 y 2002. Entre 2003 y 2015 la serie muestra una recuperación y posterior fluctuación de emisiones alrededor de un rango de aproximadamente 211 a 240 Mt CO_2eq.

El mayor incremento de emisiones en el periodo previo al de implementación de la NDC se concentra entre 2016 y 2018. Las emisiones netas aumentaron de 229,44 Mt CO_2eq en 2015 a 284,81 Mt CO_2eq en 2018, máximo de toda la serie histórica disponible. Este aumento de 55,38 Mt CO_2eq en tres años muestra una

sensibilidad alta del indicador a las emisiones netas asociadas al uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, así como a las dinámicas nacionales de deforestación y transformación de coberturas.

En 2019 se observa una reducción de 12,64 Mt CO_2eq frente a 2018, equivalente a 4,44 %. Este descenso reduce parcialmente la brecha, pero no revierte el incremento acumulado de la segunda mitad de la década. Por tanto, el periodo pre-NDC cierra con emisiones netas de 272,17 Mt CO_2eq y una mitigación requerida de -102,73 Mt CO_2eq, mostrando que el país ingresó al periodo de implementación de la NDC con una distancia considerable frente al nivel de emisiones objetivo.

La alta sensibilidad del indicador a las emisiones de LULUCF se hace evidente al observar la trayectoria de emisiones de los años 2022 y 2023 donde hubo una sustancial reducción que solo puede ser atribuida a las menores tasas de deforestación de esos años, las cuales, disminuyeron en un 29 y 54 % respecto de la ocurrida en el año 2021. Nuevamente, se presentó un incremento en el perfil de emisiones en 2024 que coincide con el incremento de la deforestación a 113.608 ha lo que representó un aumento del 43 % respecto a la del año inmediatamente anterior. En consecuencia, se observa una mayor mitigación requerida para alcanzar la meta a 2030, especialmente desde 2016 (*Figura 3-28*).

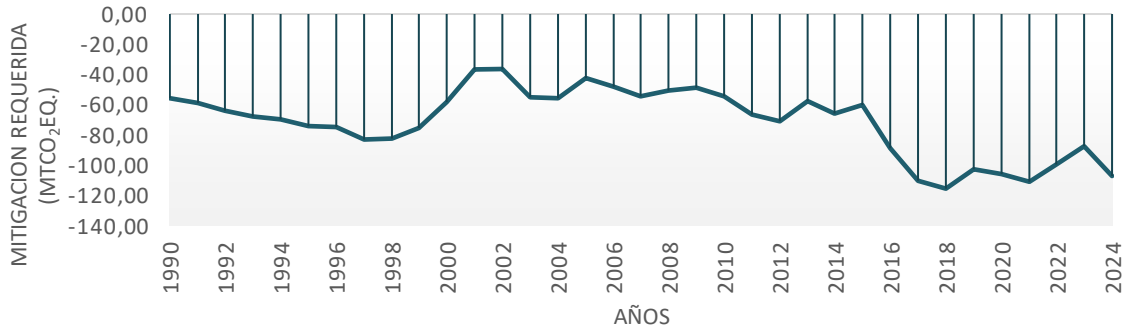


Figura 3-28. Comportamiento de la mitigación requerida en el periodo previo al año 2020

Fuente: Elaboración propia con base en INGEI 1990-2024 y República de Colombia (2020).

Como se evidencia en la *Figura 3-27*, las emisiones de GEI per cápita mostraron en general una tendencia decreciente desde 1990, y entre 2016 y 2018 se observa el incremento de las emisiones asociado a las mayores emisiones en LULUCF. Este comportamiento se estabiliza desde 2019 y vuelve a manifestar una tendencia a la baja hasta el año 2023, dado que en 2024 se observa el repunte relacionado con el aumento de la tasa de deforestación.

3.3.1.1.2. Reporte de logro del indicador 1: Información más reciente, seguimiento de los progresos alcanzados y evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC

Esta sección da cuenta de las disposiciones que establecen las MPG 68, 69 y 70 relacionado con la información más reciente sobre este indicador, el seguimiento al progreso de este indicador y la evaluación correspondiente frente al logro de la meta fijada para el mismo.

Dado que el indicador hace seguimiento a la meta de mitigación de nivel fijo de emisiones en un año objetivo, la evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC se realizará una vez se cuente con información de los años objetivo (2030 y 2035 respectivamente). No obstante, a manera orientativa, para el reporte del logro del indicador, se considera la información más reciente generada por el inventario nacional de GEI en el que se especifican tanto las emisiones brutas como netas observadas para los años 2020 a 2024. De conformidad con la descripción del indicador que fue explicado previamente, se presentan los resultados de la mitigación requerida en la Tabla 3-15:

Tabla 3-15. Comportamiento del indicador 1 en el periodo de reporte bajo implementación de la NDC (2020-2024).

Año	Meta de mitigación en 2030 ($MtCO_2eq$)	Emisiones Netas Observadas ($MtCO_2eq$)	Mitigación Requerida ($MtCO_2eq$)
2020	169,44	275,35	-105,91
2021		280,24	-110,80
2022		268,91	-99,47
2023		257,05	-87,61
2024		276,73	-107,29

Fuente: Elaboración propia con base en INGEI 1990-2024; y República de Colombia (2020).

Durante 2020-2024 las emisiones netas oscilaron entre 257,05 Mt CO_2eq en 2023 y 280,24 Mt CO_2eq en 2021. El indicador pasó de -105,91 Mt CO_2eq en 2020 a -107,29 Mt CO_2eq en 2024. En el balance del quinquenio, la brecha de mitigación no muestra una reducción sostenida (mejora en 2022 y 2023 pero se amplía nuevamente en 2024), sino más una estabilización relativa de las emisiones netas del país (Figura 3-29).

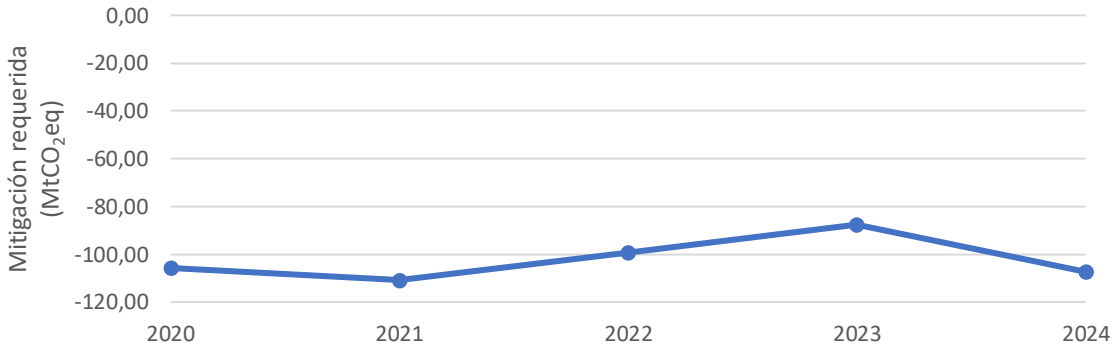


Figura 3-29. Comportamiento del indicador 1 - mitigación requerida 2020-2024.

Fuente: Elaboración propia con base en INGEI 1990-2024; y República de Colombia (2020).

El comportamiento de 2020 y 2021 debe interpretarse con cautela. Aunque 2020 corresponde al inicio formal del periodo de implementación de la NDC, también estuvo marcado por alteraciones económicas y de movilidad asociadas a la pandemia de COVID-19, que pudieron incidir en algunos sectores emisores. En 2021, las emisiones aumentaron 4,89 Mt CO_2eq frente a 2020 y la brecha se amplió hasta -110,80 Mt CO_2eq, comportamiento compatible con la reactivación económica posterior a la pandemia y con la persistencia de presiones sectoriales sobre energía, transporte, procesos productivos y uso del suelo. En 2022, el indicador disminuyó en un 10 % respecto al año inmediatamente anterior. Para el año 2023, el esfuerzo de mitigación se reduce en un 12 % en tanto que las emisiones netas generadas fueron del orden de 257,05 MtCO_2eq, conllevando a una mitigación requerida de –87,61 MtCO_2eq, el menor esfuerzo requerido dentro del periodo de implementación reportado.

El repunte de 2024 constituye un nuevo punto de inflexión. Las emisiones netas aumentaron más de un 22 % con respecto a 2023 y, por tanto, la mitigación requerida se amplió en la misma magnitud, hasta –107,29 MtCO_2eq. Este comportamiento coincide con el aumento de la deforestación nacional a 113.608 ha en 2024 que, aun cuando este nivel de deforestación se mantiene por debajo del registrado en 2021 y es el segundo valor más bajo de deforestación según los reportes del SMByC (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025a), el aumento interanual frente a 2023 deteriora el resultado del indicador (incremento del 43 %) y evidencia la sensibilidad de la brecha nacional a la permanencia y sostenibilidad de las reducciones en deforestación.

Considerando la tendencia en el esfuerzo de mitigación requerido para lograr la meta de emisiones máximas permisibles en 2030, con un promedio de -102,21 en el quinquenio 2020-2024, se puede inferir que el país ha avanzado en estabilizar sus emisiones netas de GEI, como parte de la trayectoria hacia el cumplimiento de sus objetivos climáticos. Sin embargo, a partir del valor de 2024, cerrar la brecha respecto a la meta 2030 requeriría reducir 107,29 Mt CO_2eq de emisiones netas en seis años, equivalente a una reducción lineal promedio aproximada de

17,88 Mt CO_2eq por año entre 2025 y 2030. Este cálculo no constituye una trayectoria oficial ni sustituye los escenarios de mitigación de la NDC, pero ilustra la magnitud del esfuerzo pendiente. Para ser compatible con un nivel máximo de 169,44 Mt CO_2eq en 2030, la reducción tendría que ser sostenida, multisectorial y acompañada de transformaciones estructurales. En cuanto a LULUCF, demanda una clara profundización en el control a la deforestación y demás emisiones asociadas al uso de la tierra; asimismo, es un llamado a acelerar medidas en sectores de emisiones más graduales (energía, transporte, industria, agricultura y residuos) para reducir la dependencia del resultado nacional frente a fluctuaciones anuales del sector LULUCF.

3.3.1.2. Indicador 2: Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (Superficie deforestada)

Este indicador hace seguimiento al cambio en la superficie cubierta por bosque natural para el cumplimiento de la meta planteada en las NDC respecto a la reducción de la deforestación en 2030. El objetivo de este indicador es monitorear la dinámica de cambio de la cobertura de bosque natural y ganancia de bosque en Colombia, como insumo para el seguimiento de la meta de reducción de la deforestación en el marco de la NDC y los reportes de transparencia (BTR). El indicador utiliza como fuente principal de datos el cambio en la superficie de bosque que el SMByC ha generado y que son la base de los reportes nacionales e internacionales del país en el asunto.

Tabla 3-16. Indicador 2 - Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN)

Nombre del indicador	Indicador 2: Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN)
Unidad, según corresponda	Hectáreas por año (ha/año)
Descripción del indicador	El presente indicador mide el cambio en la superficie cubierta por bosque natural (pérdidas y ganancias), expresado en hectáreas (ha), con periodicidad de reporte anual. Ecuación 2 $$CSBN_{j(t1:t2)} = \frac{SD_{j(t1:t2)} - SR_{j(t1:t2)}}{t2 - t1}$$ Donde, **CSBN** $_{j,(t1:t2)}$: Cambio en la superficie de bosque natural en la unidad espacial j entre los años t1 y t2, expresado en hectáreas (ha). **SDj (t1:t2):** Superficie deforestada en la unidad espacial j en el periodo de análisis, en hectáreas (ha). **SRj** $_{(t1:t2)}$: Superficie regenerada en la unidad espacial j en el periodo de análisis, en hectáreas (ha). La superficie Regenerada se entiende como el área con procesos sostenidos de restauración, sumado a la regeneración natural. **t1, t2**: Periodo de análisis (años). Dado que la meta es puntual para un año calendario (2030), este periodo de análisis se entiende como cada año calendario. Interpretación del indicador:

Nombre del indicador	Indicador 2: Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN)
	• **CSBN = 0:** Estabilidad de la cobertura boscosa (sin deforestación neta observable). • **CSBN > 0:** pérdida neta de bosque natural. • **CSBN < 0:** ganancia neta de bosque natural.
Metodologías y/o métodos de rendición de cuentas utilizados para el indicador.	La estimación del indicador se fundamenta en la implementación del "*Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia V 2.0*", del Ideam (2011), mediante el cual se describen los pasos para el análisis multitemporal semiautomatizado que compara imágenes entre los periodos t1 y t2, identificando cambios en la respuesta espectral asociados a pérdida o ganancia de cobertura forestal y con el cual se han generado todos los datos nacionales de cobertura y cambio de bosque a escala 1:100.000, utilizando imágenes Landsat. El cálculo del indicador se basa en el mapa de Cambio de la Cobertura de Bosque generado por el SMByC[21] en formato ráster (MAGNA SIRGAS, EPSG:3116; resolución ~30 m; escala 1:100.000), derivado del procesamiento e interpretación de imágenes satelitales (principalmente Landsat, complementadas con sensores ópticos y radar). La clasificación incluye las categorías: bosque estable, deforestación, regeneración, no bosque y sin información. Las áreas sin información, derivadas principalmente de nubosidad u otras limitaciones de observación, son excluidas del cálculo del indicador. Se excluyen del cálculo las áreas clasificadas como "sin información" en t1 y/o t (Galindo et al., 2023a). Estas áreas se consideran únicamente para análisis contextual. El país ha avanzado en implementación de acciones y proyectos de restauración. No obstante, dichas acciones se reportan actualmente en términos de gestión (implementación) y no se incorporan como valor cuantitativo dentro del indicador (variable SRj). Dicha variable se reporta como no estimada en el presente reporte debido a la falta de información validada de las áreas que se han restaurado, mediante monitoreo satelital o en campo bajo criterios de crecimiento sostenido de largo plazo (aproximadamente 10 años) y que permitan su visibilización a través del SMByC. El país prevé la necesidad de adelantar desarrollos metodológicos que permitan identificar, de manera robusta, las áreas que se están regenerando y con trayectoria a convertirse en bosque, con el fin de mejorar el reporte del presente indicador.
Definiciones necesarias para entender el indicador.	• Cambio en la superficie cubierta por bosque natural: Es el promedio anual de la diferencia entre la superficie de bosque regenerado (ganancia) y la superficie de bosque deforestado (pérdida) en la unidad espacial de referencia j, entre los años t1 y t2. • Bosque: Tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima de dosel de 30 %, una altura mínima del dosel (in situ) de 5 metros al momento de su identificación, y un área mínima de 1,0 ha. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma, y árboles sembrados para la producción agropecuaria. • Deforestación: Se entiende la deforestación como la conversión directa y/o inducida de la cobertura de bosque a otro tipo de cobertura de la tierra en un periodo de tiempo determinado.

21 A través del SMByC, creado en 2012 y formalizado mediante el Decreto 1655 de 2017, se generan reportes de: superficie de bosques de Colombia y su cambio en el tiempo; alertas tempranas por deforestación de bosques, así como sus causas y agentes; estimación de contenidos/reservas de carbono en bosques naturales; y aporta insumos técnicos para que el Sistema Nacional de Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas - SINGEI estime las emisiones y absorciones de GEI, y realiza aportes al Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI, especialmente en lo relacionado con REDD+ (APC Colombia, 2021; Cabrera, Galindo, & González, 2022).

<table>
<tr><td>Nombre del indicador</td><td>Indicador 2: Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN)</td></tr>
<tr><td></td><td>

No Bosque: Coberturas distintas a la de bosque natural.
Regeneración: Recuperación de la cobertura de bosque de zonas donde no estaba presente en fechas anteriores.
Bosque Estable: Superficie que permanece cubierta por bosque natural tanto al inicio (t1) como al final (t2) del periodo de análisis (t1:t2).
No Bosque Estable: Superficie que permanece con una cobertura distinta a la de bosque natural, tanto al inicio (t1) como al final (t2) del periodo de análisis. (t1:t2).
Sin Información: Es la superficie que no fue posible interpretar en los años de análisis t1, t2 o en ambos, debido a la presencia de nubes, sombras o vacíos en la imagen de satélite.

Definiciones adoptadas del SMByC(Galindo et al., 2023a); (Galindo et al., 2014b); (Defries et al., 2006).
</td></tr>
<tr><td>Punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año(s) de base o punto(s) de partida, según corresponda (párrafos 67 y 77(a)(i) de las MPG)</td><td>En la NDC 2.0 se establece como meta de mitigación la reducción de la deforestación a 50.000 ha/año al 2030 (Gobierno de Colombia, 2020), lo que corresponde a un objetivo de seguimiento a deforestación neta en un año puntual. En este contexto, el indicador no realiza medición respecto a un punto, línea base o nivel de referencia, sino que monitorea el cambio anual en la superficie de bosque natural y su evolución durante el periodo de implementación de la NDC (2020–2030). En consecuencia, el indicador no cuenta con un año base para su medición en el marco de la NDC ni de los Reportes Bienales de Transparencia (BTR).

El país reporta un Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF), el cual forma parte del escenario de referencia de la NDC. No obstante, dado el tipo de meta (nivel fijo en un año), este NREF no es tomado como línea base para el seguimiento al objetivo de la NDC.</td></tr>
<tr><td>Período de implementación de la NDC que cubre información de años de informe anteriores, según corresponda, y el año más reciente, incluido el año final o el final del período (párrafos 68 y 77(a)(ii-iii) de las MPG)</td><td>Cambio en la superficie cubierta por bosque natural

Meta2030 = 50.000 has

Tabla 17(a)
<table>
<tr><td>Años</td><td>2020</td><td>2021</td><td>2022</td><td>2023</td><td>2024</td></tr>
<tr><td>SD_j</td><td>171.685</td><td>174.103</td><td>123.517</td><td>79.256</td><td>113.608</td></tr>
<tr><td>SR_j</td><td>NE</td><td>NE</td><td>NE</td><td>NE</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>$CSBN_j$</td><td>171.685*</td><td>174.103*</td><td>123.517*</td><td>79.256*</td><td>113.608*</td></tr>
</table>
*Los datos presentados de CSBN asumen que el SRj del indicador es igual a 0, ya que esta variable enfrenta las limitaciones explicadas en el campo de metodología, en relación con su validación a nivel nacional, mediante monitoreo satelital o en campo bajo criterios de crecimiento sostenido de largo plazo (aproximadamente 10 años). Una vez se surta el proceso de validación, considerando las actividades en el plan de mejora de este indicador (Tabla 3-47), se realizará el ajuste y recálculo de la serie histórica de la variable SRj.</td></tr>
<tr><td>Nivel objetivo en el año 2030 (NDC 2.0)</td><td>50.000 ha/año (deforestación neta)</td></tr>
<tr><td>Año o periodo objetivo</td><td>2030 (NDC2.0)</td></tr>
<tr><td>Progreso realizado hacia la NDC, determinado al comparar la información más reciente para cada indicador seleccionado, incluso para el año final o el final del período, con el punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año</td><td>No aplica, dado que el indicador hace seguimiento a la meta de deforestación de nivel fijo en un año, por lo que la evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC se realizará una vez se cuente con información de los años objetivo (2030 y 2035 respectivamente). Aun así, se hace uso de los indicadores planteados en esta sección de manera orientativa.

Para medir el progreso del indicador frente a la NDC, se tiene en cuenta que el país definió una trayectoria descendente de la deforestación hacia el año 2030.</td></tr>
</table>

Nombre del indicador	Indicador 2: Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN)
base(s) o punto(s) de partida (párrafos 69 a 70 de las MPG)	En este marco, se estableció una meta intermedia de 100.000 ha/año al 2025, en coherencia con los compromisos asumidos en la Declaración Conjunta de Intención (DCI) suscrita con los gobiernos de Alemania, Noruega y el Reino Unido. Así mismo, el análisis del indicador se realiza a partir de la comparación de las cifras anuales de deforestación reportadas por el SMByC durante el periodo de implementación de la NDC, para las vigencias en las cuales se dispone de información oficial. Los datos resultantes del CSBN se presentan para el periodo 2020 a 2024 en el campo "Período de implementación de la NDC" de la presente tabla. Para el año 2024 se obtuvo un dato de la superficie deforestada (SD_j) de 113.608 hectáreas. Con respecto al año anterior, se evidencia un aumento, que se atribuye a la praderización asociada con el acaparamiento de tierras, y a la ganadería extensiva principalmente, especialmente concentrada en la región Amazónica. Pese al aumento, el año 2024 se posiciona como el segundo año con menor deforestación en el país en los últimos 24 años (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025b)[22].
Relación del indicador con la NDC, compatibilidad metodológica con la NDC y discrepancias metodológicas con el informe del inventario nacional más reciente.	El compromiso de mitigación de la NDC contempla una reducción de emisiones debidas a la deforestación, que se traduce en un cambio máximo en la superficie de bosque a 2030, el cual incluye la regeneración alcanzada para el mismo año; ambas variables expresadas en hectáreas (ha). Mediante el indicador 2 se realiza el seguimiento a la deforestación neta durante el periodo de implementación de la NDC 2.0 y en línea con el objetivo nacional de reducción de la deforestación (ver *Tabla 3-11* de la Sección 1.2.1.3 – meta nacional de reducción de la deforestación). Asimismo, el indicador hace uso de fuentes de información que emplean la misma unidad de medida (ha/año), lo que permite consistencia entre el resultado que se obtiene a través del indicador (luego de procesar esta información) y la meta de reducción de emisiones por deforestación. Como se mencionó en el campo de metodologías y métodos para el indicador, se sigue el "Protocolo para el procesamiento digital de imágenes para la generación de información sobre la distribución, extensión y cambios de la cobertura boscosa en Colombia" (Galindo et al., 2014b), la cual respalda el NREF de Colombia, presentado ante y revisado por la CMNUCC. Dicho NREF sigue las directrices del anexo de la decisión 12/CP.17 y aplica una estimación step-wise que permite pasar de una escala subnacional a una escala nacional (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024b). Este nivel de referencia, específicamente aquel para el periodo 2018-2022, fue tenido en cuenta en el proceso de actualización de la NDC, siendo estas proyecciones las utilizadas para la categoría de deforestación en el escenario de referencia e incorporando los respectivos depósitos de carbono en línea con el INGEI publicado en 2022 (República de Colombia, 2020b). De igual manera, el país referenció en la NDC actualizada que la meta de reducción de emisiones por deforestación se monitoreará a partir de la información provista por el SMByC (República de Colombia, 2020b). Este sistema fue reglamentado mediante el Decreto 1655 de 2017 y, con fines de su robustez, transparencia y coherencia, contempla dentro de sus consideraciones la Ley 164 de 1994, mediante la cual Colombia aprueba la CMNUCC; la decisión 1/CP16, relacionada con la adopción de un sistema de monitoreo forestal robusto y transparente para el monitoreo y reporte; y la decisión 11/CP19, donde se menciona el deber de la coherencia y transparencia a lo largo del tiempo (Decreto 1655 de 2017).

22 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Ideam - MinAmbiente]. (2025). Actualización de cifras de monitoreo de la superficie de bosque - Año 2024

Nombre del indicador	Indicador 2: Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN)
	La metodología del indicador 2 no presenta discrepancias metodológicas con el informe del inventario nacional presentado en este reporte. El indicador está orientado al monitoreo de la dinámica de cambio de la cobertura de bosque natural en Colombia, como insumo para el seguimiento de la meta de reducción de la deforestación en el marco de la NDC y los reportes de transparencia (BTR). Asimismo, el SMByC constituye información base de los datos de actividad para el reporte de las categorías IPCC 4.B.2.a, 4.C.2.a, 4.D.2.bi, 4.E.2.a y 4.F.2.a del Inventario Nacional de GEI. Con el fin de asegurar la consistencia y evitar duplicidad metodológica en el sector Afolu, se emplean las mismas definiciones y enfoques metodológicos del Inventario Nacional de GEI.
Aclaraciones sobre el indicador.	Alcance en el marco de la NDC Como se indicó en la sección 2, la meta nacional corresponde a un valor puntual de deforestación neta (50.000 ha/año) al 2030, por lo que este indicador aporta al análisis de tendencia hacia dicho objetivo. Este realiza seguimiento a la evolución anual de la superficie deforestada y regenerada. Permite monitorear la trayectoria de deforestación durante el periodo de implementación de la NDC (2020–2030), sin que esto implique una evaluación del cumplimiento, dado que la meta es de tipo "nivel fijo en un año". De la misma manera, no depende de una línea base o año de referencia. Trazabilidad y consistencia Este indicador está orientado al monitoreo de la dinámica de cambio de la cobertura de bosque natural en Colombia, como insumo para el seguimiento de la meta de reducción de la deforestación en el marco de la NDC y los reportes de transparencia (BTR). Asimismo, constituye información base para el reporte de las categorías IPCC 4.B.2.a, 4.C.2.a, 4.D.2.bi, 4.E.2.a y 4.F.2.a del Inventario Nacional de GEI (datos de actividad). Con el fin de asegurar la consistencia y evitar duplicidad metodológica en el sector Afolu, se emplean las mismas definiciones y enfoques metodológicos del Inventario Nacional de GEI. Limitaciones Actualmente, no se estima la variable de superficie regenerada (SRj) dentro del indicador 2 debido a falta de información validada de las áreas que se han restaurado, mediante monitoreo satelital o en campo bajo criterios de crecimiento sostenido de largo plazo (aproximadamente 10 años); sumado a que el monitoreo satelital actualmente no hace seguimiento a áreas en proceso de restauración que no cumplen la definición de bosque. Por lo anterior, el indicador CSBN no calcula deforestación neta hasta tanto se logren adelantar los desarrollos metodológicos pertinentes para identificar las áreas que se están regenerando y con trayectoria a convertirse en bosque, con el fin de mejorar el reporte del presente indicador.

Fuente: Elaboración propia con base en República de Colombia (2020) e IDEAM/SMByC.

3.3.1.2.1. Información sobre los años anteriores del período de aplicación de la NDC en virtud del artículo 4 para el presente indicador

De conformidad con lo indicado en la MPG 77 (literal a.ii), en esta sección se presenta la información más reciente respecto al indicador 2. Se presenta información sobre la serie de tiempo previa al periodo de implementación de la NDC (pre-2020). Para más detalles sobre los años dentro del periodo de aplicación de la NDC, consultar la sección 3.3.1.2.2.

El seguimiento al cambio de la cobertura forestal es un ejercicio que el país ha desarrollado desde la creación del SMByC, el cual surgió como resultado de lo establecido en el parágrafo 70 de la Decisión 1/CP.16. Con base en la información provista por este sistema, el país ha perdido casi 4,4 millones de hectáreas de bosque durante el periodo 2000-2019. Para el periodo 2001-2012, se obtuvieron datos bienales de cambio en la superficie de bosque natural a partir del enfoque metodológico adoptado por el SMByC. Y, gracias al fortalecimiento de las capacidades técnicas del país, el seguimiento de esta variable a partir de 2013 se pudo efectuar anualmente.

En 2013, la pérdida de cobertura forestal disminuyó un 11,6 % con respecto a la superficie deforestada en 2012, y se mantuvo una tendencia decreciente hasta 2015, año en que la deforestación observada fue de 124.035 ha. Posteriormente, se evidenció un incremento en esta variable durante el periodo 2016-2017, siendo este último año el de mayor pérdida de cobertura forestal en el decenio 2013-2022. Un descenso posterior se observó en 2018 y 2019, con cifras de 197.159 y 158.894 ha, respectivamente. La *Figura 3-30*, ilustra el comportamiento de este indicador para los años previos al periodo de implementación de la NDC y los dos primeros años de este (2020-2021).

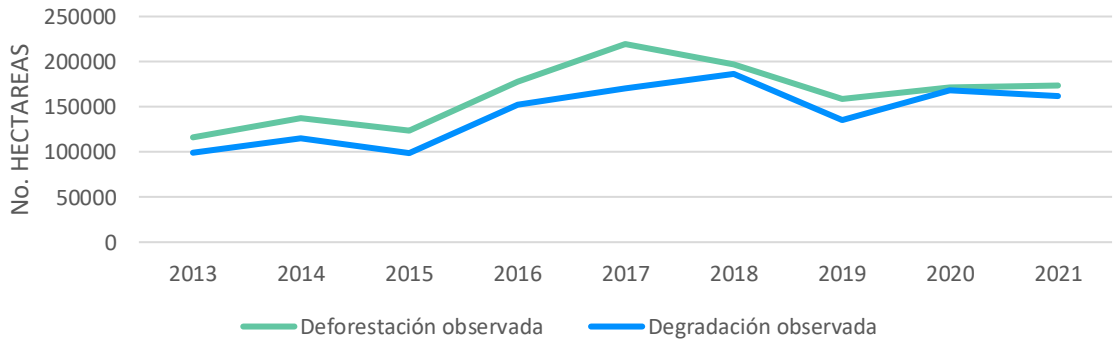


Figura 3-30. Deforestación y degradación forestal observadas para el período 2013 – 2021

Fuente: Adaptado de IDEAM/SMByC.

La deforestación constituye el principal dinamizador de las emisiones del sector LULUCF. Se estima que durante el periodo 2001 – 2021 se perdió una cobertura forestal equivalente al 2,6 % de la extensión del territorio continental del país. Desde la pérdida de bosque observada en 2017, el país ha experimentado un decrecimiento en la tasa de deforestación con una ligera estabilización en el período 2020 – 2021 y un nuevo decrecimiento en 2022 equiparable a las tasas observadas en el periodo 2013 – 2015. Con base en lo anterior, la tasa de deforestación para el período de análisis se ha estimado en 151.500 ha por año. Como novedad, el análisis de las emisiones y absorciones de las tierras forestales para el periodo 1990 – 2021, incluye la degradación forestal que se analiza para el período 2013 – 2021, el cual presenta un comportamiento muy similar a la

deforestación y con una tasa promedio de áreas degradadas del orden de 137.423 ha por año.

Esta información es relevante para la NDC, ya que con base en ella se han construido NREF presentados a la CMNUCC con el propósito de medir el desempeño del país en su compromiso de reducir la deforestación y acceder a pagos por resultados. De manera indicativa, debe mencionarse que el NREF 2018-2022 fue el principal insumo para proyectar el comportamiento esperado del cambio en la superficie de bosque natural a 2030, lo que contribuyó a la generación del escenario de referencia para la actualización de la NDC del país.

3.3.1.2.2. Reporte de logro del indicador 2: Información más reciente, seguimiento de los progresos alcanzados y evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC

Esta sección da cuenta de las disposiciones que establecen las MPG 68, 69 y 70 relacionado con la información más reciente sobre este indicador, el seguimiento al progreso de este indicador y la evaluación correspondiente frente al logro de la meta fijada para el mismo. Dado que el indicador hace seguimiento a la meta de mitigación de nivel fijo de emisiones en un año objetivo, la evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC se realizará una vez se cuente con información de los años objetivo (2030 y 2035 respectivamente). No obstante, a manera orientativa, para medir el progreso de este indicador frente a lo planteado en la NDC, debe considerarse que el país propuso una trayectoria descendente en términos de su deforestación hacia 2030. De esta manera, por ejemplo, en 2025 se planteó una meta intermedia de 100.000 ha que responde a lo que indica la Declaración Conjunta de Intención (DCI 2015-2019) que firmó Colombia con los gobiernos de Alemania, Noruega y Reino Unido (2015) y refrendada en 2019. Esta Declaración tiene como propósito establecer una alianza enfocada en la reducción de GEI provenientes de la deforestación y degradación del bosque (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

Teniendo en cuenta que el periodo de implementación de la NDC 2.0 comprende 2020-2030, para los años 2020 y 2021, el cambio en la superficie de bosque presentó un ligero aumento (en promedio 8,8 %) respecto al año inmediatamente anterior, con tendencia a la estabilización. En 2022 se evidenció una disminución, año en que se reportó una deforestación de 123.517 ha (29,1 % menor que en 2021). En 2023 la superficie deforestada alcanzó un valor de 79.256 hectáreas; esto significó una reducción del 35,8 % en comparación con el año anterior (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024a).

De acuerdo con las cifras oficiales de monitoreo publicadas por el SMByC para el año 2024, la superficie deforestada en el país fue de 113.608 hectáreas, lo que

indica un aumento del 30,2 % respecto al año anterior. Dicho aumento se atribuye principalmente a la praderización asociada con el acaparamiento de tierras, y a la ganadería extensiva especialmente concentrada en la región Amazónica. Pese al aumento, el año 2024 se posiciona como el segundo año con menor deforestación en el país en los últimos 24 años (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025b)23. Para el año 2025, el SMByC del IDEAM publicó cuatro boletines trimestrales de detección temprana, donde se identifica una tendencia de aumento de la deforestación respecto de la cifra del año 2024.

Considerando la meta propuesta a 2030 establecida en la NDC 2.0 y observando el comportamiento del cambio en la superficie cubierta por bosque natural dentro del periodo correspondiente, se puede concluir que el país está recorriendo una trayectoria que apunta al cumplimiento de esa meta conforme a los valores expresados en la Tabla 17(a) (Cambio en la superficie cubierta por bosque natural). Sin embargo, se reitera que la meta es de nivel fijo en un año puntual (2030), por lo que la evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC se realizará una vez se cuente con información de los años objetivo (2030 para la NDC 2.0 y 2035 para la NDC 3.0).

Ahora bien, conforme a lo descrito, los valores reportados del CSBN no estiman la variable SRj (correspondiente a las áreas bajo procesos de restauración y regeneración). Lo anterior responde a que, a la fecha, no es posible monitorear dichas áreas para la validación mediante sensores remotos o en campo debido a que este tipo de monitoreo exige evidenciar áreas con un crecimiento sostenido a largo plazo (aproximadamente 10 años). No obstante, es pertinente resaltar que el país ha avanzado en una Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024a), bajo la cual se ha avanzado en acciones de restauración con resultados significativos en áreas con procesos de restauración, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3-17. Cifras de restauración ecológica 2020-2024

Unidad de medida	Año	Total nacional
Hectáreas establecidas (ha)	2020	9.146,55
	2021	8.609,11
	2022	5.326,32
	2023	181.471,16
	2024	85.844,46

Fuente: Elaboración propia con base en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Durante la vigencia 2022, la cifra de restauración ecológica alcanzó aproximadamente 5.326 hectáreas, este comportamiento estuvo asociado a dos factores coyunturales, por un lado, la persistencia de medidas de aislamiento y

23 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Ideam - MADS]. (2025). Actualización de cifras de monitoreo de la superficie de bosque - Año 2024

restricciones de movilidad derivadas de la emergencia sanitaria por COVID-19, afectaron el desarrollo operativo de los proyectos de restauración. Por otro lado, la transición de gobierno de ese año desaceleró trámites administrativos y generó limitaciones en la contratación pública, lo que a su vez repercutió en dichos proyectos.

En contraste, para 2023 la cifra de restauración aumentó significativamente (181.471 hectáreas), lo cual obedeció al levantamiento de las medidas restrictivas de la pandemia y al lanzamiento e implementación de la Estrategia Nacional de Restauración 2023 – 2026 por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a partir de la cual se establecieron lineamientos y se impulsó la articulación intersectorial para la consecución de resultados en materia de restauración.

La citada estrategia define la restauración ecológica como aquellas acciones que buscan restablecer la estructura, composición y función del ecosistema natural que ha sido degradado, obteniendo como resultado un ecosistema autosostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024a). Asimismo, plantea las siguientes categorías:

- Restauración asistida (activa): Acciones o estrategias de intervención directa basadas en la gestión de los ecosistemas y el manejo de la biodiversidad.
- Restauración espontánea (pasiva): Acciones o estrategias enfocadas al control o remoción de las causas de la degradación, que faciliten la regeneración natural de los sistemas.

Los datos reportados en la tabla anterior corresponden a acciones de restauración cuya fase de implementación ha finalizado y agrupan actividades adelantadas por diferentes actores del país. El reporte y verificación de estas cifras se realiza a partir de los procedimientos técnicos y administrativos del Aplicativo de Restauración del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. A partir de estos datos y los que se registren hasta 2030 se prevé adelantar las gestiones interinstitucionales correspondientes para establecer metodológicamente el monitoreo de la restauración mediante sensores remotos, para lo cual se estima un aproximado de 10 años a partir del establecimiento de las acciones para lograr evidenciar resultados de la restauración. No obstante, se evaluará la posibilidad de visibilizar los esfuerzos que permanentemente adelanta el país en términos de restauración ecológica.

En la Figura 3-31 se presenta el diagrama de flujo propuesto como ruta metodológica para avanzar hacia la construcción y posterior aplicación de un modelo espacialmente explícito de deforestación, orientado a evaluar el impacto potencial de medidas y proyectos implementados para contener el fenómeno a escala nacional. Esta propuesta se enmarca en la oportunidad de mejora

reportada en el BTR1, asociada al desarrollo de herramientas que permitan estimar, espacializar y analizar los beneficios potenciales de las intervenciones dirigidas a reducir la deforestación.

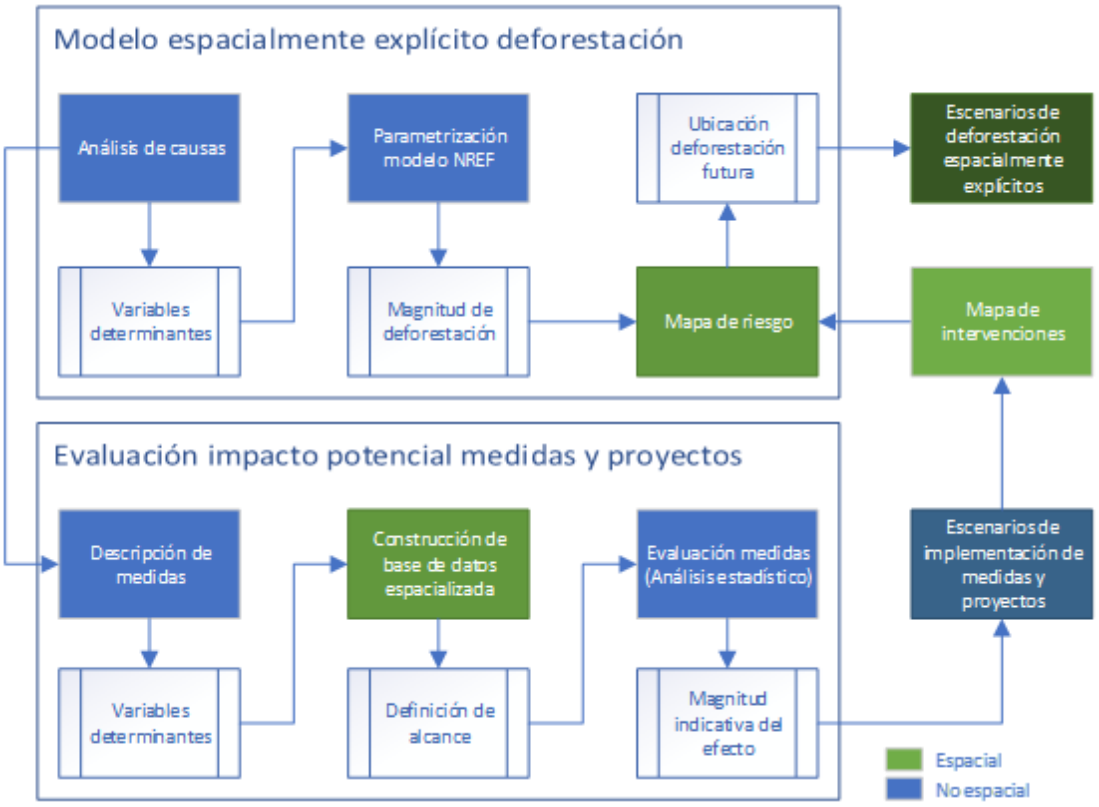


Figura 3-31. Diagrama de flujo general propuesto para la construcción e implementación del modelo espacialmente explícito de la deforestación para el BTR2.

Fuente: Elaboración propia con base en Galindo et al. (2014) y NREF 2023-2027 (Minambiente & IDEAM, 2024).

La ruta propuesta toma como punto de partida la caracterización de las causas directas y subyacentes, así como de los agentes de la deforestación en Colombia24. Esta caracterización permite identificar variables relevantes, ordenar la información disponible y establecer una base conceptual y técnica para la construcción progresiva del modelo en sus dos componentes.

Un primer componente de la ruta corresponde a la proyección espacializada de la deforestación. En este frente, el país cuenta con antecedentes metodológicos

24 El SMByC del IDEAM lleva a cabo el seguimiento trimestral y anual de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional, con énfasis en las áreas de mayor concentración del fenómeno (https://www.ideam.gov.co/nuestra-entidad/ecosistemas-e-informacion-ambiental/sistema-monitoreo-bosques-carbono).Adicionalmente, lleva a cabo procesos de caracterización multianuales que soportan la formulación de los supuestos de la modelación (https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/publicaciones/caracterizacion_de_las_principales_causas_y_agentes_de_la_deforestacion_a_nivel_nacional.pdf; https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/publicaciones/causas_y_agentes_de_las_emisiones_del_sector_afolu_de_la_region_orinoquia.pdf).

relevantes, incluyendo una publicación técnica sobre el diseño de escenarios de deforestación futura y sus aplicaciones en la toma de decisiones, como la evaluación de medidas de manejo, la definición de metas y la sustentación de cambios en las circunstancias nacionales con efecto sobre la tasa de deforestación25. Esta experiencia se articula con los desarrollos de modelos como el de proyección de la deforestación utilizado en el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) (2018-202226, 2023-202727). Este tipo de modelos alfanuméricos permite estimar la magnitud de la deforestación esperada para un periodo o escenario particular, la cual posteriormente puede ser localizada o distribuida espacialmente mediante referentes como mapas de riesgo de deforestación. En esta línea, se ha avanzado en la generación de mapas de riesgo de deforestación para las regiones Amazonía y Orinoquía, como insumos iniciales para orientar la construcción de un mapa de riesgo nacional validado. También se han desarrollado ejercicios relacionados con la distribución espacial de resultados, como la metodología para estimar el potencial máximo de mitigación de proyectos REDD+ anidados al NREF nacional.

Un segundo componente corresponde a la evaluación del impacto potencial de medidas y proyectos. Para incorporar escenarios de intervención dentro del modelo, no basta con conocer la localización de las medidas; también se requiere estimar, de manera indicativa, la magnitud de su posible efecto sobre la reducción o contención de la deforestación. En este componente, el país ha desarrollado diferentes análisis estadísticos, incluidos ejercicios de tipo econométrico, orientados a evaluar el efecto de áreas protegidas, territorios colectivos de comunidades negras, resguardos indígenas, accesibilidad terrestre, operativos de control asociados con actividades ilegales relacionadas con la deforestación e instrumentos económicos, incentivos o mecanismos de financiamiento vinculados con actividades productivas como la ganadería bovina. Algunos de estos resultados han sido considerados en versiones sometidas del NREF, lo cual constituye una experiencia relevante para avanzar hacia la evaluación espacialmente explícita de medidas y proyectos.

La integración de estos dos componentes permitiría avanzar hacia la construcción de escenarios espacialmente explícitos de deforestación. En términos generales, la propuesta busca combinar: i) una estimación de la magnitud esperada de la deforestación; ii) una regla o superficie espacial para distribuir esa deforestación en el territorio; iii) una estimación indicativa del efecto

25 El SMByC del IDEAM lleva a cabo el seguimiento trimestral y anual de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional, con énfasis en las áreas de mayor concentración del fenómeno (https://www.ideam.gov.co/nuestra-entidad/ecosistemas-e-informacion-ambiental/sistema-monitoreo-bosques-carbono).Adicionalmente, lleva a cabo procesos de caracterización multianuales que soportan la formulación de los supuestos de la modelación (https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/publicaciones/caracterizacion_de_las_principales_causas_y_agentes_de_la_deforestacion_a_nivel_nacional.pdf; https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/publicaciones/causas_y_agentes_de_las_emisiones_del_sector_afolu_de_la_region_orinoquia.pdf).
26 Disponible en: https://redd.unfccc.int/files/18-08-2020_nref_colombia_v8.pdf
27 Disponible en: https://redd.unfccc.int/media/nref_2023_2027_versi_n_modificada.pdf

de medidas o proyectos; y iv) información espacial sobre el alcance geográfico y temporal de dichas intervenciones. De esta manera, el modelo permitiría comparar escenarios tendenciales y escenarios con implementación de medidas, aportando elementos técnicos para la evaluación de sus posibles beneficios.

3.3.1.3. Indicador 3: Reducción de emisiones de carbono negro

El Indicador de Reducción de Emisiones de Carbono Negro (CN) permite realizar el seguimiento cuantitativo al avance del país frente a la meta nacional de mitigación de este contaminante climático de vida corta. Su diseño metodológico se encuentra alineado con el marco de reporte del Acuerdo de París, utilizando las emisiones del año 2014 como línea de base, sin incluir las emisiones derivadas por incendios de bosques y praderas. A través de esta métrica porcentual, sustentada en la serie histórica 1990-2024 del inventario desarrollado por el Ideam, se evalúa el progreso del país hacia el objetivo de reducción de emisiones de carbono negro fijado para el año 2030.

Tabla 3-18. Indicador 3: Reducción de emisiones de carbono negro (CN)

Nombre del indicador	Indicador 3: Reducción de emisiones de CN
Unidad, según corresponda	% de reducción de emisiones de CN respecto al año base 2014.
Descripción del indicador	Este indicador cuantifica el avance porcentual en la reducción de las emisiones nacionales de carbono negro (CN), un contaminante climático de vida corta (CCVC) que genera impactos tanto en el sistema climático global como en la calidad del aire a nivel local. La métrica evalúa el progreso alcanzado en la mitigación de este contaminante, tomando como punto de partida el año de referencia 2014, y excluyendo de manera explícita las emisiones que se derivan de los incendios de bosques y praderas. Ecuación 3 $$Avance\ Carbono\ Negro_{año\ t} = \frac{(InCN_{año\ 2014} - InCN_{año\ T})}{InCN_{año\ 2014}} x\ 100$$ Avance CN $_{año\ T}$: Porcentaje de reducción de las emisiones de carbono negro alcanzado en el año de seguimiento T (%). InCN $_{año\ 2014}$: Emisiones de carbono negro reportadas para el año base 2014 en el inventario nacional de CN y contaminantes criterio más reciente, expresadas en toneladas (t CN). In CN $_{año\ T}$: Emisiones de carbono negro estimadas para el año de seguimiento T dentro del periodo de implementación de la NDC respectiva, expresadas en toneladas (t CN). La fuente oficial de datos para este indicador es el Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas – INGEI, que incluye Carbono Negro y Contaminantes Criterio, desarrollado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). El ciclo de actualización de este inventario se encuentra armonizado con los plazos y arreglos institucionales establecidos en el marco de los reportes nacionales de transparencia. Es importante aclarar que, en cada ciclo de reporte, se tomará la información del inventario más reciente, tanto para el año de referencia como para los años de seguimiento T. Y, para fines de trazabilidad, el país hará esfuerzos para mejorar la documentación de los cambios metodológicos implementados en cada ciclo, en el marco del NID. Un resultado mayor que cero refleja reducciones de emisiones en el año al que se hace seguimiento, con respecto al nivel de referencia (emisiones de 2014). Mientras

Nombre del indicador	Indicador 3: Reducción de emisiones de CN
	que un resultado negativo, representa un incremento de las emisiones del año al que se hace seguimiento con respecto al nivel de referencia.
Metodologías y/o métodos de rendición de cuentas utilizados para el indicador.	El reporte y el seguimiento técnico de este indicador se basa en el Inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas, desarrollado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), el cual incluye carbono negro, contaminantes criterio y gases de efecto invernadero. Las emisiones de carbono negro se estiman de acuerdo con las directrices de la "*Guía técnica para la elaboración de inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos conjunta EMEP/EEA (versión 2019)*" y con la estructura en las categorías IPCC usada para la compilación nacional del inventario. Es importante tener en cuenta que, de acuerdo con el inventario, las emisiones de Carbono Negro (CN) no corresponden a mediciones directas en las fuentes, sino que se estiman de forma indirecta mediante diferentes aproximaciones metodológicas. Este cálculo se realiza multiplicando los datos de actividad específicos de cada sector por sus respectivos factores de emisión. De acuerdo con el marco metodológico de referencia, el inventario implementa un enfoque combinado en dos niveles de complejidad (Tiers), dependiendo de la resolución de la información disponible: • Enfoque de Nivel 1 (Tier 1): Utiliza datos de actividad agregados a nivel nacional (como consumos o producción) combinados con factores de emisión por defecto, representativos de tecnologías promedio. • Enfoque de Nivel 2 (Tier 2): Incorpora datos de actividad nacionales desagregados y factores de emisión específicos por sector o tecnología. Con el objetivo de mantener una estricta coherencia y alineación con los arreglos institucionales de reporte bajo el SINGEI, las fuentes de emisión se clasifican y armonizan siguiendo las categorías del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). En términos de consistencia en el seguimiento y cálculo del indicador, este emplea la versión del inventario más reciente, tanto para el año base como los años de seguimiento. No obstante, esto limita la comparabilidad directa con versiones anteriores del inventario, incluyendo BUR3, BTR1 y la información utilizada para la formulación de la NDC 2.0. Teniendo en cuenta que cada ciclo nuevo de inventario puede actualizar la serie histórica (en este caso, desde 1990 hasta 2024), los recálculos se documentan como parte de la transparencia metodológica de este indicador en el informe detallado del INGEI 1990-2024, los cuales deben tomarse en cuenta para la interpretación de las variaciones. Para efectos del Marco Reforzado de Transparencia, la rendición de cuentas del indicador se sustenta en el reporte periódico de la serie oficial del inventario nacional, junto con la documentación de recálculos y cambios metodológicos (disponible en el INGEI 1990-2024). Sin embargo, se identifica la necesidad de articulación con indicadores de gestión y resultado de las políticas y medidas de mitigación de CN, evitando atribuciones causales que no estén respaldadas por información sectorial verificable.
Definiciones necesarias para entender el indicador	***Carbono Negro (CN):*** El carbono negro es un constituyente fundamental del material particulado fino con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5 micrómetros ($PM_{2.5}$), el cual se genera y emite de forma directa como resultado de la combustión incompleta de combustibles fósiles y biomasa (Climate and Clean Air Coalition & UNEP, 2024). Es clasificado como un Contaminante Climático de Vida Corta (CCVC) debido a que su tiempo de permanencia activa en la atmósfera se limita a un rango de días a semanas, un periodo significativamente menor en comparación con los gases de efecto invernadero de larga vida como el dióxido de carbono CO_2. Como aerosol atmosférico, el CN ejerce un forzamiento radiativo positivo al absorber la radiación solar incidente. De acuerdo con el Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021), se estima que el forzamiento del CN ha contribuido históricamente con un incremento aproximado de 0,1 °C en la temperatura media global respecto a los niveles preindustriales.

Nombre del indicador	Indicador 3: Reducción de emisiones de CN
	En términos de calidad del aire y salud pública, los efectos del CN están intrínsecamente vinculados a los del PM 2.5, al ser un contaminante criterio asociado a una amplia gama de patologías cardiovasculares y respiratorias, así como a tasas de mortalidad prematura (European Environment Agency (EEA), 2019). En consecuencia, Colombia integra este contaminante en sus políticas e instrumentos de mitigación, reconociendo que las acciones orientadas a su reducción generan cobeneficios simultáneos en la salud humana local y en la estabilización del sistema climático. ***Meta de Mitigación de Carbono Negro:*** Corresponde al objetivo cuantificable adoptado por Colombia para reducir las emisiones nacionales de carbono negro en un 40% en el año 2030, con respecto a los niveles registrados en el año de referencia 2014, lo que equivale a reducir 6.130 toneladas de Carbono Negro, según la línea base empleada para la formulación de la NDC 2.0. A su vez, en la NDC 3.0 se estableció como meta de mitigación de carbono negro, reducir las emisiones de Carbono Negro entre 6.130 y 8.873 toneladas al año 2035, respecto a las emisiones de 2014, excluyendo incendios forestales. Conforme a lo establecido en la actualización de la NDC, esta meta excluye explícitamente las emisiones derivadas de incendios de bosques y praderas, debido a las limitaciones en la disponibilidad de datos de actividad, las incertidumbres metodológicas asociadas a estas fuentes, las limitaciones en información sobre las causas subyacentes de cada evento y su relación con actividades antrópicas, así como la complejidad en la implementación de acciones que permitan reducir las emisiones de carbono negro asociadas. La meta de mitigación de carbono negro fue formulada con base en el inventario Indicativo Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019b), el cual no incorporó aportes del módulo de Procesos Industriales (IPPU) ni refinamientos metodológicos que son implementados en posteriores inventarios. Considerando que el valor de referencia para el año 2014, utilizado en la NDC 2.0, corresponde a 15.325 toneladas de carbono negro, la meta de reducción de 40% respecto al 2014 equivale a reducir 6.130 toneladas de Carbono Negro. Para efectos del seguimiento de la meta, se toma la información del inventario más reciente. Ver detalle de recálculos, presentado en INGEI 1990-2024. ***Año Base:*** Periodo cronológico de referencia (fijado como el año 2014) adoptado por el país bajo su NDC para establecer la línea de partida cuantitativa de la meta de reducción de emisiones de carbono negro. El seguimiento del progreso y la evaluación del cumplimiento de la meta de reducción se realizan tomando como contraste el nivel de emisiones de CN estimado para dicho año en la versión más reciente. ***Recálculos:*** Proceso técnico mediante el cual se vuelven a estimar las emisiones de la serie histórica de años anteriores incluido el año base 2014, utilizando metodologías mejoradas, la inclusión de nuevas categorías de emisión o datos de actividad con mayor nivel de resolución y precisión. La aplicación de recálculos es una práctica metodológica orientada a garantizar la consistencia lógica, la comparabilidad y la continuidad de la serie temporal, asegurando que los cambios reflejados entre las distintas versiones del inventario obedezcan a mejoras en la calidad de los datos y no a distorsiones en el seguimiento de la meta de mitigación.
Punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año(s) de base o punto(s) de partida, según corresponda (párrafos 67 y 77(a)(i) de las MPG)	El punto de referencia para el indicador de Carbono Negro (CN) se determina a partir de las series históricas registradas de emisiones oficiales del país. Para el seguimiento cuantitativo de este indicador, se establece el año 2014 como el año base y punto de partida. Las emisiones de dicho periodo de referencia se encuentran cuantificadas y consolidadas en el inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas más reciente, proporcionando el nivel de emisiones contra el cual se contrastan las tendencias temporales y se evalúa técnicamente el progreso alcanzado en la mitigación de este contaminante. Este año base guarda consistencia con los compromisos nacionales de mitigación adoptados mediante la NDC del país para el horizonte 2030, los cuales toman como referencia los niveles del año 2014, excluyendo las emisiones asociadas a incendios de bosques y praderas.

<table>
<tr><td>Nombre del indicador</td><td>Indicador 3: Reducción de emisiones de CN</td></tr>
<tr><td></td><td>Con el propósito de robustecer el seguimiento del indicador y asegurar una rendición de cuentas transparente, el país avanza de manera progresiva en el diseño e implementación de arreglos técnicos y metodológicos enfocados en identificar, monitorear y cuantificar de forma específica las reducciones de emisiones de CN derivadas de las acciones de mitigación sectoriales implementadas en el territorio nacional. Esto permitirá desagregar el impacto directo de las políticas públicas y las medidas de mitigación frente a las tendencias de la serie temporal del inventario.</td></tr>
<tr><td>Período de implementación de la NDC que cubre información de años de informe anteriores, según corresponda, y el año más reciente, incluido el año final o el final del período (párrafos 68 y 77(a)(ii-iii) de las MPG)</td><td>Porcentaje de reducción de las emisiones de carbono negro alcanzado en el periodo de reporte
Considerando que la meta de reducción de emisiones de carbono negro corresponde a un nivel fijo en un año, la evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC se realizará una vez se cuente con información de los años objetivo (2030 y 2035 respectivamente). Aun así, se hace uso de los indicadores planteados en esta sección de manera orientativa. La información más reciente disponible para el seguimiento del indicador de reducción de emisiones de carbono negro durante el período de implementación de la NDC muestra los siguientes resultados:
<table>
<tr><td>Año</td><td>2020</td><td>2021</td><td>2022</td><td>2023</td><td>2024</td></tr>
<tr><td>Avance CN</td><td>-0,4%</td><td>-4,1%</td><td>-6%</td><td>-1,7%</td><td>-4,3%</td></tr>
</table>
Se emplea la estimación consignada en el inventario de emisiones y absorciones atmosféricas más reciente (presentado en este BTR 2) para la actualización del nivel de referencia del año base (2014), que correspondió a 20.873,7 tCN. Es preciso señalar que este indicador considera un año base que surte los recálculos correspondientes en el inventario. En este sentido, los resultados del indicador evidencian que, bajo esta versión del inventario y partiendo de la estimación actualizada para el año base 2014, las emisiones correspondientes a los años de seguimiento (2020-2024) se sitúan por encima del nivel del año de referencia (2014). Estos incrementos en emisiones responden de manera directa a los ajustes y recálculos del inventario y la actualización de los datos de actividad, así como mejoras metodológicas surtidas en el presente reporte (ver sección de recálculos en el INGEI 1990-2024).</td></tr>
<tr><td>Nivel objetivo en el año 2030 (NDC 2.0)</td><td>40 %
Equivalente a la reducción de 6.130 tCN en el 2030, con respecto a las 15.325 toneladas emitidas en 2014 (excluyendo incendios forestales), según la información disponible en el momento de formulación de la NDC 2.0 (Instituto de Hidrología & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019b).</td></tr>
<tr><td>Progreso realizado hacia la NDC, determinado al comparar la información más reciente para cada indicador seleccionado, incluso para el año final o el final del período, con el punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año base(s) o punto(s) de partida (párrafos 69 a 70 de las MPG)</td><td>Considerando que la meta de reducción de emisiones de carbono negro corresponde a un nivel fijo en un año, la evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC se realizará una vez se cuente con información de los años objetivo (2030 y 2035 respectivamente). Aun así, se hace uso de los indicadores planteados en esta sección de manera orientativa.
De acuerdo con la información más reciente del Inventario Nacional de emisiones atmosféricas, el indicador registra un valor de -4,3 % para el año 2024. Este resultado indica que las emisiones de carbono negro estimadas para 2024 son superiores a aquellas del año de referencia (2014), utilizadas para el cálculo del indicador, por lo que aún no se evidencia una reducción neta de emisiones respecto al año base. Asimismo, el indicador presenta valores negativos durante todo el período 2020–2024. El resultado más bajo se observa en 2022, con −6,0 %, lo que implica el mayor incremento de emisiones de CN frente al año base; en 2023 se reduce a −1,7 %, y en 2024 aumenta nuevamente a −4,3 %.
Desde el punto de vista del seguimiento de la NDC, estos resultados indican que aún no se observa una trayectoria agregada compatible con la reducción neta requerida para alcanzar el 40 % al año 2030. Sin embargo, esta conclusión debe interpretarse con cautela, dado que el indicador tiene en cuenta un año base que se recalcula y que incorpora mejoras metodológicas, actualización de datos de</td></tr>
</table>

Nombre del indicador	Indicador 3: Reducción de emisiones de CN
	actividad, revisión de factores de emisión, reclasificación de fuentes y correcciones de compilación. Además, como se indicó, la evaluación definitiva del cumplimiento de la meta solo podrá realizarse cuando el país disponga de la estimación oficial de emisiones de CN del año objetivo 2030. Hasta entonces, el indicador debe entenderse como una herramienta de seguimiento de tendencia y de identificación de brechas, útil para orientar el fortalecimiento de políticas, medidas y sistemas de información. El análisis de progreso debe complementarse con el seguimiento a la implementación de medidas sectoriales que impactan estas emisiones. En transporte, los estándares Euro IV y Euro VI para fuentes móviles terrestres de carretera que operan con motor ciclo diésel, la mejora de combustibles y la renovación tecnológica crean condiciones para reducir material particulado y CN en estas fuentes. En fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera, la adopción de estándares Tier 4 Interim/Stage IIIB puede reducir emisiones unitarias, aunque requiere mejor información sobre parque, actividad y consumo. En sectores clave como el transporte, se han logrado avances importantes mediante la adopción de combustibles más limpios y la renovación de flotas, lo que ha contribuido a la estabilización y reducción de emisiones. En agricultura, la reducción de quemas agrícolas y la transición hacia cosecha en verde tienen potencial de reducir CN, pero su efecto depende de adopción territorial, condiciones climáticas, permisos, alternativas técnicas y restricciones socioeconómicas. Por consiguiente, el avance hacia la NDC no debe evaluarse únicamente con el valor agregado del indicador, sino también mediante indicadores de implementación y resultado de las políticas y medidas. En este sector agrícola, la implementación de medidas para reducir quemas agrícolas ha mostrado resultados positivos, aunque persisten desafíos en ciertas regiones. Por su parte, las industrias manufactureras y de la construcción han reducido emisiones gracias a la adopción de tecnologías más eficientes y la menor dependencia de combustibles fósiles. La implementación de medidas como la adopción de combustibles más limpios, como el diésel de bajo contenido de azufre y la mejora de la eficiencia vehicular en el sector transporte, junto con la implementación de tecnologías más eficientes, y una menor dependencia de combustibles fósiles en los procesos productivos en las industrias manufactureras y de la construcción, contribuyen a la reducción de emisiones de CN. No obstante, sectores como el residencial, incluido en la categoría 1A4. Otros sectores, continúa siendo la mayor fuente de emisiones de CN, lo cual se asocia principalmente con el uso persistente de biomasa para actividades domésticas como cocción y calefacción en áreas rurales. La variabilidad en las emisiones de carbono negro destaca la necesidad de intensificar las estrategias para promover el acceso a tecnologías más limpias en todos los sectores y fortalecer la implementación de las medidas relacionadas. Para más detalles sobre este análisis y los datos completos, consulte el apartado de recálculos del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas en el INGEI 1990-2024.
Relación del indicador con la NDC, compatibilidad metodológica con la NDC y discrepancias metodológicas con el informe del inventario nacional más reciente.	El indicador de carbono negro (CN) mantiene compatibilidad conceptual con la NDC en tres elementos centrales. Ambos instrumentos comparten el mismo año base (2014) y aplican idéntico criterio de exclusión contable para las emisiones derivadas de incendios de bosques y praderas, eliminando así distorsiones asociadas a la alta variabilidad interanual de las perturbaciones naturales. Asimismo, la métrica mantiene la coherencia en el uso de metodologías de estimación, basadas en la combinación de datos de actividad y factores de emisión sectoriales, siguiendo las categorías de emisión de las directrices IPCC y la Guía EMEP/EEA (2019). Esta compatibilidad permite que el indicador funcione como herramienta oficial de seguimiento del compromiso nacional de reducción de carbono negro. Es necesario precisar que para el año 2014, a diferencia del inventario con el que se formuló originalmente la meta de la NDC, la serie temporal del inventario comunicado en reportes nacionales posteriores incorpora aportes del módulo de Procesos Industriales (IPPU), representando un incremento en las emisiones del año base. Así mismo, el inventario de CN presentado en el BTR2 incluye mejoras en

Nombre del indicador	Indicador 3: Reducción de emisiones de CN
	la obtención y consolidación de la información, así como ajustes metodológicos en las categorías y subcategorías consideradas dentro del inventario nacional (ver **Tabla 3-19** para el resumen de variaciones, y detalle en el INGEI 1990-2024). La principal discrepancia metodológica no se encuentra en el diseño del indicador en sí, sino en la fuente de información utilizada para el nivel del año base, con el cual se comparan los años de seguimiento. La NDC 2.0 se formuló con la información disponible en ese momento (Inventario nacional indicativo de Emisiones de Contaminantes Criterio y Carbono Negro del 2019), mientras que el cálculo del indicador utiliza la información de la serie 1990-2024, reconstruida y estandarizada por el Ideam en cada informe de inventario más reciente. Según la descripción detallada del inventario (INGEI 1990-2024), las diferencias con respecto al avance de este indicador reportado en el BTR1 obedecen a: estandarización, reconstrucción y compilación del inventario, que incluyó la homologación del árbol de categorías IPCC, la consolidación de fuentes de información, la organización de datos de actividad y factores de emisión, la estandarización de bases de datos y cálculos, así como el fortalecimiento de la trazabilidad y de los procedimientos de aseguramiento y control de calidad. Por lo anterior, el cálculo del indicador en este BTR2 no reproduce necesariamente el valor usado del año base 2014 para formular la meta de la NDC 2.0. Esta situación no invalida el indicador, pero sí limita la comparabilidad entre versiones del reporte BTR. La buena práctica de transparencia establecida por el país consiste en reportar el progreso con la información más reciente (tanto del año base, como en los años de seguimiento) y técnicamente robusta, explicando las diferencias metodológicas y evitando atribuir de manera directa las variaciones del indicador a incrementos reales de emisiones o a fallas de implementación. De esta manera, el INGEI 1990-2024 explica los recálculos realizados por categoría IPCC y el proceso QA/QC respectivo. Esta discrepancia metodológica introduce un desafío técnico y una limitación estructural para el indicador. La adición de nuevas categorías en el inventario oficial y demás mejoras en el proceso incrementa el valor absoluto de emisiones de carbono negro registradas, lo que genera un alza en los resultados analizados. Al verse aumentadas las emisiones totales, la trayectoria real del indicador experimenta un distanciamiento respecto a la senda original proyectada para el cumplimiento de la meta de reducción al 2030. Para efectos de este informe de transparencia, el indicador adopta de manera directa los datos institucionales provistos por el inventario oficial, visibilizando que dicha discrepancia en el alcance sectorial altera las condiciones iniciales de la contabilidad de la NDC. El país reconoce esta limitación técnica como parte del proceso de mejora continua de sus inventarios, asumiendo el impacto que la inclusión de nuevas fuentes normativas ejerce sobre la brecha para alcanzar los objetivos de mitigación trazados.
Aclaraciones sobre el indicador.	Se aclara que la actualización metodológica y las mejoras implementadas en el nuevo inventario oficial para la serie histórica 1990-2024 (que incluye la adición de nuevas categorías de emisión, como el módulo de Procesos Industriales, la desagregación de fuentes y la incorporación de datos de actividad más exhaustivos) han generado un incremento en los valores absolutos de las emisiones reportadas, en comparación con la estructura contable simplificada del BUR 2 con la que se estableció inicialmente la meta de la NDC. En consecuencia, el indicador es consistente para analizar la evolución temporal dentro de esta versión, pero no permite compararse linealmente con valores publicados en ciclos anteriores sin la explicación de recálculos, que se presenta en el INGEI 1990-2024. De esta manera, un valor negativo del indicador significa únicamente que la emisión estimada para el año T es superior a la estimada para 2014 en la misma versión del inventario. No permite inferir, por sí solo, que las emisiones reales aumentaron en igual proporción frente a inventarios anteriores, ni que las medidas de mitigación no hayan tenido efecto. La variación puede estar influida por cambios de actividad, cambios tecnológicos, políticas públicas, condiciones macroeconómicas, eventos climáticos o mejoras metodológicas.

Nombre del indicador	Indicador 3: Reducción de emisiones de CN
	La atribución de reducciones a políticas y medidas requiere información complementaria de MRV detallado de cada medida. Por ejemplo, para transporte se requieren datos de incorporación de vehículos Euro VI, renovación de flota, consumo real y cumplimiento de combustibles; para fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera, registros de equipos por estándar, horas de operación y potencia; para quemas agrícolas, áreas efectivamente quemadas, permisos, cosecha en verde y alternativas al fuego; y para combustión residencial, información sobre uso de biomasa y sustitución de tecnologías. Limitaciones, incertidumbres y necesidades de fortalecimiento futuro: • Comparabilidad entre versiones del inventario. Las estimaciones del BTR2 provienen de una reconstrucción integral 1990–2024; por tanto, las comparaciones con BUR3, BTR1 o con el inventario usado para la NDC 2.0 son documentadas explícitamente como recálculos. • Atribución causal. El inventario nacional permite estimar emisiones agregadas, pero no separa automáticamente los efectos de actividad, tecnología, política pública, factores externos y cambios metodológicos. • Se requiere mayor resolución sobre datos de actividad para el seguimiento en términos de reducciones, lo que disminuiría aún más la discrepancia metodológica declarada. Por lo tanto, el país plantea consolidar indicadores intermedios por medida. Para efectos de la contabilidad y el reporte del presente Informe Bienal de Transparencia (BTR2), el inventario nacional de CN abarca las emisiones generadas en las siguientes categorías: • Sector Energía: 1A1 (Industrias de la energía), 1A2 (Industrias manufactureras y de la construcción), 1A3 (Transporte), 1A4 (Otros sectores de la categoría de energía), 1B1 (Combustibles sólidos) y 1B2 (Petróleo y gas natural). • Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU): 2A (Industrias de los minerales), 2B (Industria química), 2C (Industria de los metales) y 2H (Otros de la categoría de procesos industriales). • Agricultura: 3B4 (Otros de la categoría de agricultura) y 3F (Quema de residuos agrícolas en cultivos). • Residuos: 5C (Incineración de desechos).

Fuente: Elaboración propia con base en República de Colombia (2020, 2025), INGEI 1990-2024, y CCAC (s. f., 2024).

3.3.1.3.1. Información sobre los años anteriores del período de aplicación de la NDC en virtud del artículo 4 para el presente indicador

De conformidad con lo indicado en la MPG 77 (literal a.ii), en esta sección se presenta la información más reciente respecto al indicador 3. La serie histórica de emisiones de carbono negro para el período previo al de implementación de la NDC 2.0 (1990-2019) fue actualizada durante la elaboración del Inventario Nacional de Emisiones Atmosféricas 1990-2024, como parte de un proceso integral de armonización metodológica desarrollado por el Ideam. Este proceso incluyó la reconstrucción de series temporales mediante técnicas de empalme, actualización de datos de actividad, revisión de factores de emisión, incorporación de nuevas fuentes de información, mejoras en la cobertura sectorial y fortalecimiento de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad.

El análisis histórico 1990–2019 permite contextualizar el comportamiento del indicador antes del período formal de implementación de la NDC 2.0 y evaluar cómo evolucionó la serie hacia el año base 2014 y los años inmediatamente posteriores. Con base en el cálculo del indicador para este periodo previo a la implementación de la NDC 2.0, se identifica que las emisiones de CN pasaron de 15,45 kt en 1990 (es decir 26 % menor que el año de referencia) a 21,03 kt en 2019 (equivalente a 0,8 % mayor que el año de referencia), lo que representa un aumento absoluto de 5,58 kt entre el año de inicio de la serie histórica y el año previo al inicio de implementación de la NDC 2.0 e indica un incremento relativo de 36,1 % entre los dos años. En el mismo período, el comportamiento del indicador se muestra en la Figura 3-32 de manera indicativa (en el eje vertical primario), y comparada con el comportamiento de las emisiones de CN en el mismo periodo (eje vertical secundario). Allí se evidencia una convergencia progresiva hacia el nivel de emisiones de 2014 y, posteriormente, una superación moderada del año base en 2018 y 2019.

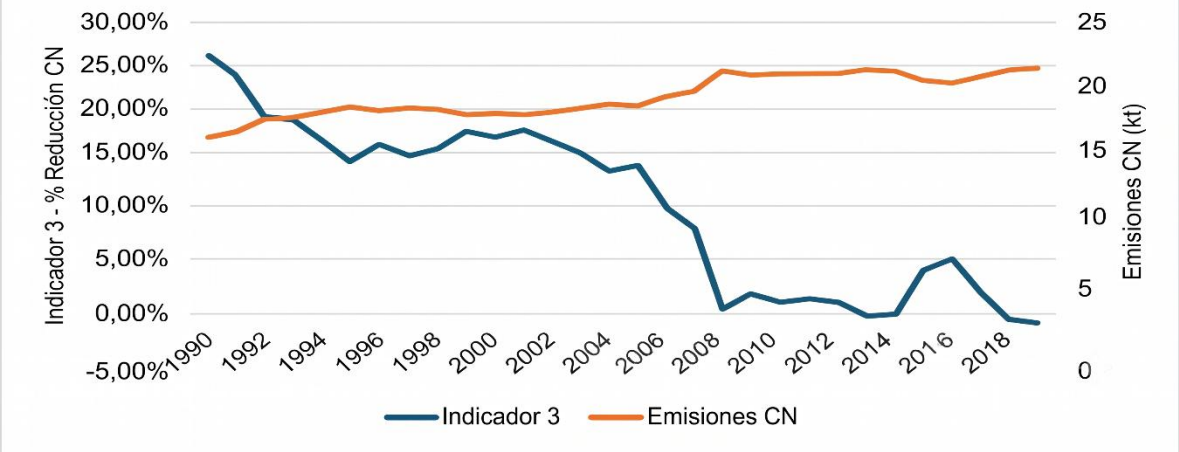


Figura 3-32. Comportamiento de las emisiones de carbono negro y el porcentaje de reducción de estas (indicador 3) en el periodo previo a las NDC2.0.

Fuente: Elaboración propia

Entre 1990 y 1999, las emisiones se mantuvieron por debajo del año base 2014 durante toda la década. El indicador fue positivo en todos los años y osciló entre 14,1 % y 26,0 %. Este comportamiento refleja que, bajo la serie recalculada, los niveles de CN de los años noventa eran sustancialmente inferiores al nivel de referencia de 2014. No obstante, la tendencia de fondo fue creciente: las emisiones aumentaron desde 15.452 en 1990 hasta 17.255 en 1999. Esta trayectoria es consistente con una expansión gradual de actividades emisoras asociadas a combustión, aunque la serie agregada no permite asignar causalidad a sectores específicos sin descomposición por categoría IPCC.

Durante 2000–2009 se observa un incremento más marcado de las emisiones promedio frente a la década anterior. El indicador promedio del subperíodo se reduce a 11,2 %, mientras que en 2008 el indicador se aproxima a cero (0,4 %). Esto indica que, antes de 2010, la serie ya se había acercado al nivel que

posteriormente fue adoptado como año base. Las variaciones de este subperíodo pueden relacionarse con cambios en actividad económica, consumo de combustibles, transporte, combustión industrial y residencial, pero también deben analizarse considerando que la serie fue reconstruida mediante empalmes y armonización de datos de actividad.

El período 2010–2014 constituye la fase de convergencia directa al año base. Las emisiones se ubicaron alrededor de 20,6 a 20,9 kt de CN, y el indicador promedio fue cercano a cero (0,6 %). En 2013 el indicador se tornó levemente negativo (-0,2 %), antes de fijarse en cero para 2014 por definición del año base. Esto confirma que la selección de 2014 se ubica en un tramo alto de la serie histórica previa, por lo que las reducciones posteriores requerían no solo estabilizar las emisiones, sino reducirlas de manera sostenida por debajo de ese nivel.

Entre 2015 y 2017 el indicador vuelve a valores positivos: 4,0 % en 2015, 5,1 % en 2016 y 2,0 % en 2017. Este resultado indica avances en las reducciones de emisiones con respecto al año base, durante esos tres años. En términos de política pública, este período coincide con la entrada en vigor generalizada de estándares Euro IV para vehículos diésel nuevos desde 2015 y con mejoras progresivas en calidad de combustibles; sin embargo, no es técnicamente posible atribuir la reducción agregada exclusivamente a estas medidas sin un análisis sectorial de actividad, tecnología y factores de emisión. También pueden incidir cambios coyunturales de actividad económica, demanda de transporte, consumo energético y ajustes de datos en la serie recalculada.

En 2018 y 2019 el indicador retorna a valores negativos: -0,4 % y -0,8 %, respectivamente. Las emisiones alcanzan en 2019 el máximo del período pre-NDC (21,03 kt), superando ligeramente el nivel de 2014. Este comportamiento sugiere una pérdida de la reducción temporal observada en 2015–2017 y evidencia que, al inicio del período de implementación de la NDC 2.0, el país no partía de una trayectoria descendente consolidada. No obstante, la magnitud del incremento frente a 2014 es inferior a 1 % en 2019, por lo que debe evitarse sobredimensionar la señal sin revisar las contribuciones sectoriales y los recálculos metodológicos.

Cabe resaltar que las emisiones históricas de carbono negro estuvieron dominadas principalmente por actividades de combustión en los sectores residencial, transporte, industrias manufactureras, producción de energía, agricultura y manejo de residuos. Asimismo, como se ha indicado, durante la reconstrucción de la serie temporal también se incorporaron ajustes asociados a reclasificaciones sectoriales e integración de nueva información disponible para algunos sectores específicos, permitiendo una representación más consistente y trazable de la evolución histórica de las emisiones**.** Algunas diferencias identificadas con respecto a versiones previas del inventario no obedecen exclusivamente a cambios metodológicos o actualizaciones de información, sino

también a ajustes en los procesos de compilación, clasificación e integración de datos utilizados en ejercicios de reporte anteriores. Por esta razón, las comparaciones entre distintas versiones del inventario deben interpretarse con cautela, reconociendo que los recálculos buscan mejorar la consistencia y comparabilidad de toda la serie temporal.

3.3.1.3.2. Reporte de logro del indicador 3: Información más reciente, seguimiento de los progresos alcanzados y evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC

Esta sección da cuenta de las disposiciones que establecen las MPG 68, 69 y 70 relacionado con la información más reciente sobre este indicador, el seguimiento al progreso de este indicador y la evaluación correspondiente frente al logro de la meta fijada para el mismo.

Considerando que la meta de reducción de emisiones de carbono negro corresponde a un nivel fijo en un año, la evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC se realizará una vez se cuente con información de los años objetivo (2030 y 2035 respectivamente). Aun así, se hace uso de los indicadores planteados en esta sección de manera orientativa.

Durante el período 2020–2024, el indicador registra valores de −0,4 %, −4,1 %, −6,0 %, −1,7 % y −4,3 %, respectivamente. Con una interpretación directa de la fórmula del indicador, esto significa que las emisiones estimadas de CN para todos los años del período de aplicación de la NDC se ubican por encima de la estimación recalculada del año base 2014. La mayor desviación se observa en 2022 (−6,0 %), seguida de 2024 (−4,3 %); mientras que 2023 muestra una reducción temporal de la brecha (−1,7 %). La Figura 3-33 presenta el comportamiento del indicador (en el eje vertical primario), de manera indicativa, y comparada con el comportamiento de las emisiones de CN en el mismo periodo (eje vertical secundario). En consecuencia, durante el período de aplicación de la NDC reportado en este BTR no se observan reducciones netas de emisiones de carbono negro respecto al año base. No obstante, se resalta que la meta de reducción de emisiones de carbono negro corresponde a un nivel fijo en un año (2030) y, por ende, la evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC se realizará una vez se cuente con información del año objetivo. Aun así, este reporte hace uso del indicador planteado de manera orientativa.

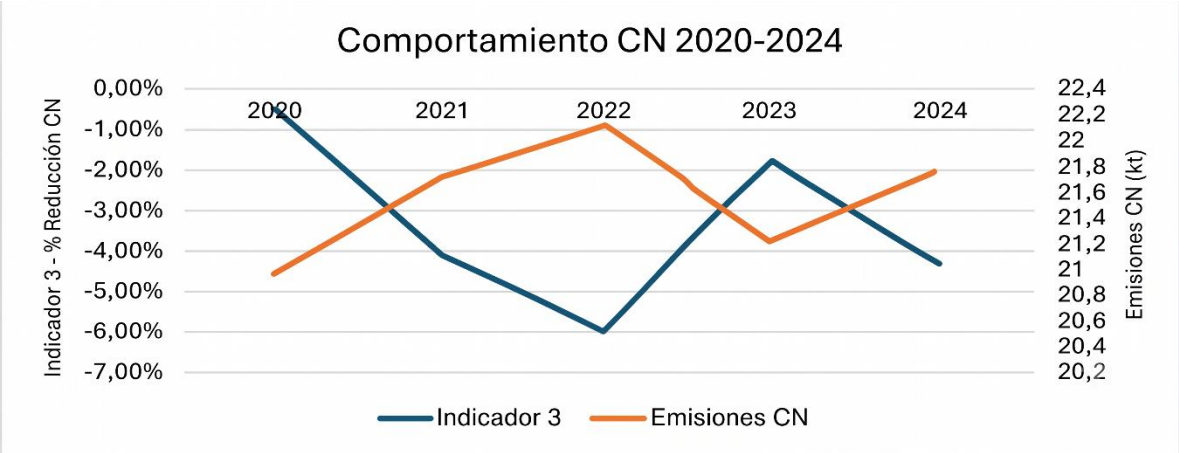


Figura 3-33. Comportamiento de las emisiones de carbono negro y el porcentaje de reducción de estas (indicador 3) en el periodo reportado de la NDC2.0 (2020 - 2024)

Fuente: Elaboración propia

La magnitud de las variaciones observadas en el comportamiento del indicador debe interpretarse en función de dos dimensiones complementarias. La primera corresponde a la dinámica real de las actividades emisoras, incluyendo recuperación económica posterior a la pandemia, variaciones en demanda de transporte, consumo de combustibles, operación de fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera, actividad industrial, manejo de biomasa y comportamiento de quemas agrícolas. La segunda corresponde al efecto del recálculo integral efectuado por el IDEAM, que modificó la representación de la serie temporal mediante datos más trazables y procedimientos estandarizados. Las variaciones por categoría del inventario responden a causas diferenciadas; por lo que la Tabla 3-19 resume la interpretación técnica de dichas variaciones; y el capítulo de recálculos del INGEI 1990-2024 explica el detalle de las variaciones. En ausencia de una descomposición cuantitativa entre efecto-actividad, efecto-tecnología y efecto metodológico, no es técnicamente apropiado atribuir la totalidad de los cambios observados a un aumento real de emisiones o a una menor efectividad de las medidas de mitigación.

Tabla 3-19. Variaciones observadas por categoría de las emisiones de carbono negro, con respectiva explicación[28].

Categoría IPCC	Comportamiento observado	Explicación técnica	Implicación para la interpretación del indicador
1.A.1 Industrias de la energía	Aumento frente a referencias previas.	Revisión, validación y actualización de factores de emisión para contaminantes criterio y CN, con referencia a guías EMEP/EEA; recálculo de la serie completa; datos de actividad desagregados a nivel municipal y empalmes temporales.	La variación refleja principalmente mejora de factores, trazabilidad y coherencia espacial/temporal, no necesariamente expansión real de la generación o combustión.

28 Ver detalle en el capítulo de recálculos en el INGEI 1990-2024.

Categoría IPCC	Comportamiento observado	Explicación técnica	Implicación para la interpretación del indicador
1.A.2 Industrias manufactureras y construcción	Aumento.	Reclasificación de la subcategoría 1.A.2.g.vii vehículos todoterreno y otra maquinaria, anteriormente estimada en transporte (1.A.3) y ahora incorporada en 1.A.2 para toda la serie, en atención al examen técnico de expertos del BTR1.	El incremento es, en gran medida, un efecto de reasignación sectorial; debe evitarse interpretarlo como aumento neto de emisiones del país.
1.A.3 Transporte	Disminución relativa.	Actualización y refinamiento de datos de actividad, mejor categorización del parque automotor, asignación del consumo por tipo de vehículo, aplicación anual de mezclas de biocombustibles y reconstrucción de series para aviación doméstica, ferrocarriles, navegación doméstica y otros transportes. No hubo cambio en ecuaciones de cálculo.	La disminución puede estar influida por mejor asignación de consumos y por la salida de fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera hacia 1.A.2. Las políticas Euro IV y Euro VI, y combustibles de menor contenido de azufre, aportan condiciones habilitantes, pero el indicador agregado no permite atribución directa.
1.A.4 Otros sectores	Disminución relativa.	Actualización y armonización de datos de actividad de residencial estacionaria, especialmente consumos de carbón vegetal y gasolina del Balance Energético Colombiano.	La categoría sigue siendo clave por combustión residencial de biomasa; las reducciones deben analizarse con datos de acceso energético y sustitución de fogones tradicionales.
1.B.1 Fugitivas en combustibles sólidos	Aumento.	Corrección de inconsistencia entre valores reportados en BTR1 y hojas de cálculo soporte; fortalecimiento de compilación, revisión y QA/QC para GEI, contaminantes criterio y CN.	La variación responde a mejora de consistencia entre cálculo y reporte; no debe leerse como aumento real directo.
2.A.1 Producción de cemento	Disminución.	Actualización de datos de importación de clínker usados para construir el dato de actividad de producción de cemento.	La reducción deriva del ajuste del dato de actividad; se requiere mantener trazabilidad de comercio exterior y producción nacional.
2.A.2, 2.A.3, 2.B.8, 2.C.1, 2.C.2, 2.H.1	Aumentos o disminuciones según categoría.	El IDEAM indica que los cálculos coinciden con BTR1: no se identificaron cambios en datos de actividad, factores de emisión ni metodología. Las diferencias estarían asociadas a compilación o presentación del resultado.	No deben asociarse a cambios tecnológicos o de actividad sin evidencia adicional. Deben documentarse como ajustes de reporte/compilación.
3.F.1 Cereales; 3.F.4 Caña de azúcar; 3.F.5 Otros cultivos rastrojos	Aumentos en 3.F.1 y 3.F.4; disminución en 3.F.5.	Variaciones asociadas a dinámica de incendios/quemas bajo coberturas evaluadas y a mejoras metodológicas: inclusión de arroz y maíz, reconstrucción de series mediante empalmes y homologación de quema de residuos de cultivos a 3.F.	Las medidas de reducción de quemas agrícolas son relevantes, aunque la atribución requiere información territorial sobre permisos, áreas quemadas, cosecha en verde y condiciones climáticas.
5.C.1 y 5.C.2 Residuos	Ajustes metodológicos; 5.C.2 con emisiones insignificantes.	5.C.1 fue recalculada integralmente, con desagregación biogénica/no biogénica, homologación de subcorrientes RESPEL y retroproyección municipal. 5.C.2 no dejó de estimarse; se actualizó el factor de emisión con	Los cambios en residuos obedecen a mejoras metodológicas y de resolución, más que a cambios reales en emisiones.

Categoría IPCC	Comportamiento observado	Explicación técnica	Implicación para la interpretación del indicador
		EMEP/EEA 2023 y sus resultados son muy bajos. (ver detalle en el capítulo de recálculos en el INGEI 1990-2024)	

Fuente: Elaboración propia

Desde una perspectiva de política pública, los resultados del indicador sugieren que los esfuerzos vigentes de mitigación deben mantenerse y acelerarse, particularmente en las fuentes con mayor potencial de reducción de CN: vehículos diésel de carretera, fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera, combustión residencial de biomasa, quemas agrícolas y procesos de combustión industrial. Al mismo tiempo, el resultado evidencia la necesidad de fortalecer el MRV para cuantificar el efecto incremental de medidas específicas, de manera que el seguimiento no dependa únicamente del comportamiento agregado del inventario nacional.

Como se detalla en la sección 3.4.3.8, el indicador se relaciona con tres medidas específicas de la NDC, orientadas a reducir CN: i) implementación de límites máximos permisibles equivalentes a Euro IV y Euro VI para fuentes móviles terrestres equipadas con motor de encendido por compresión; ii) introducción de fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera (incluida la maquinaria) con límites máximos permisibles de emisión correspondientes al estándar Tier 4 Interim (Stage IIIB); y iii) reducción de quemas agrícolas. Estas medidas se integran con instrumentos de política de calidad del aire, transición energética y planificación sectorial.

En transporte terrestre, la Ley 1972 de 2019 y la Resolución 762 de 2022 constituyen hitos regulatorios para disminuir emisiones de fuentes móviles, particularmente material particulado asociado a vehículos diésel. Su efectividad depende de la renovación progresiva de flota, cumplimiento de estándares de importación/ensamble, disponibilidad de diésel de bajo azufre, control técnico, mantenimiento, chatarrización y modernización del transporte de carga. La Resolución 40177 de 2020 y la senda de mejora de combustibles fortalecen la viabilidad tecnológica de estándares Euro VI, al reducir el contenido de azufre y habilitar sistemas avanzados de postratamiento.

En fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera, la medida Tier 4 Interim/Stage IIIB atiende una fuente relevante de combustión diésel en construcción, minería, agricultura e industria. La reclasificación de maquinaria desde transporte hacia industrias manufactureras y construcción mejora la consistencia IPCC, pero también exige fortalecer registros administrativos, caracterización tecnológica, horas de operación, vida útil, potencia instalada y consumo de combustible por tipo de equipo para mejorar la estimación y el MRV de reducciones.

En el sector agropecuario, la reducción de quemas agrícolas se enmarca en la regulación de quemas abiertas controladas y en la promoción de alternativas técnicas al uso del fuego. El Decreto 1076 de 2015 prohíbe las quemas abiertas rurales salvo quemas controladas bajo condiciones específicas; la Resolución 532 de 2005 establece requisitos y obligaciones; y la Resolución 0358 de 2024 suspendió temporalmente las quemas abiertas controladas en áreas rurales durante condiciones asociadas al Fenómeno El Niño. La evidencia sectorial reportada en la sección 3.4.3.8 muestra avances en cosecha en verde de caña de azúcar y acciones territoriales en Valle del Cauca y Risaralda, aunque persisten barreras relacionadas con mecanización, topografía, condiciones laborales y adopción de alternativas productivas.

Las emisiones de CN relacionadas son contabilizadas bajo las subcategorías de quema de residuos agrícolas (3F) y otras actividades (3B4). Al respecto, el país avanza en el diseño de una propuesta de Hoja de Ruta para la Reducción Quemas Agrícolas desarrollado entre 2025 y 2026, con el apoyo de la CCAC. Asimismo, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural adelanta una agenda técnica con la FAO centrada en el Manejo Integral del Fuego (MIF), la cual busca fortalecer la gobernanza local, capacitar a los productores en alternativas productivas que sustituyan el uso tradicional del fuego y prevenir incendios descontrolados en la interfaz agrícola-forestal, asegurando la consistencia con las metas climáticas nacionales. No obstante, la implementación efectiva de estas directrices enfrenta barreras críticas de adopción ligadas a la realidad socioeconómica del territorio. Un ejemplo estructural ocurre en el sector de la caña de azúcar, donde la transición hacia una cosecha en verde mecanizada se encuentra limitada por la imposibilidad de sustituir de forma acelerada la mano de obra tradicional debido a presiones sindicales y a la necesidad de garantizar una transición laboral justa para los corteros que aún no se han pensionado y presentan dificultades para migrar a otras labores; esto, sumado a restricciones topográficas que impiden el ingreso de maquinaria, condiciona el ritmo de reducción real del contaminante frente a las proyecciones de la NDC.

Con todo, el indicador de reducción de emisiones de carbono negro muestra que, bajo la versión recalculada del inventario nacional 1990–2024, Colombia aún no registra reducciones netas frente al año base 2014 durante el período 2020–2024. No obstante, este resultado debe interpretarse con cautela y transparencia, dado que el Ideam ha implementado un proceso de reconstrucción y estandarización del inventario que mejora la calidad, trazabilidad y consistencia temporal de las estimaciones. En consecuencia, los valores negativos observados constituyen una señal técnica para acelerar la implementación de medidas de mitigación y fortalecer el MRV, pero no permiten concluir por sí solos que las políticas hayan sido inefectivas ni que las emisiones reales hayan aumentado en igual proporción frente a inventarios anteriores.

El avance hacia el cumplimiento de la meta de 40 % al 2030 dependerá de la profundización de medidas en los sectores de mayor contribución,

particularmente en el uso de diésel, fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera, combustión residencial, agricultura y procesos industriales con combustión. Al mismo tiempo, será necesario robustecer los sistemas de información sectorial y los métodos de atribución para cuantificar reducciones específicas derivadas de políticas y medidas, en coherencia con los principios de transparencia, exactitud, consistencia, comparabilidad y completitud del Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París.

3.3.1.4. Indicador 4: Seguimiento al presupuesto de carbono

Este indicador hace seguimiento al cumplimiento del presupuesto nacional de carbono, instrumento de política climática establecido en la Ley 2169 de 2021 (Congreso de Colombia, 2021) y que se define como el nivel total permisibles de emisiones netas acumuladas de gases de efecto invernadero para un periodo de cinco años (quinquenal). El cálculo del indicador compara las emisiones netas nacionales reportadas en el INGEI, agregadas dentro de cada periodo presupuestal, con respecto al límite aprobado por la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) para el mismo periodo, expresando el resultado como porcentaje del presupuesto nacional que ha sido consumido hasta el año más reciente con inventario de emisiones de GEI disponible.

Como se mencionó al inicio de esta sección, este indicador es nuevo frente al BTR1 de Colombia y complementa el marco nacional de seguimiento de la NDC al incorporar una lectura acumulativa de las emisiones netas nacionales. El presupuesto de carbono permite evaluar si la trayectoria agregada de emisiones netas del país se mantiene dentro del nivel máximo permisible definido para un período determinado, que se encuentra alineado con los objetivos nacionales comunicados en la NDC. En consecuencia, el indicador fortalece la trazabilidad entre la implementación de la NDC, los instrumentos nacionales de política climática y el objetivo de largo plazo de carbono neutralidad.

El establecimiento del presupuesto de carbono inició desde su incorporación en la NDC 2.0 como parte de las metas nacionales y la posterior inclusión en el Artículo 5° de la Ley 2169 de 2021. En 2023, la XIV sesión de la CICC aprobó una hoja de ruta con los lineamientos para su construcción, la cual fue desarrollada durante 2023 y 2024 a través de un documento soporte y talleres de socialización con los sectores. En septiembre de ese año, la XVIII sesión de la CICC aprobó el Acuerdo 013 (CICC, 2024), que fijó los valores concretos para tres periodos quinquenales. En 2025, el presupuesto de carbono quedó incorporado explícitamente en la NDC 3.0 como el sustento técnico para la meta de mitigación al 2035 presentada ante la CMNUCC. Y finalmente, el BTR2 constituye el primer reporte bienal en que se evalúa el progreso frente a este instrumento. De esta manera, la meta de la NDC 2.0, asociada a los presupuestos de carbono consistió en establecer dichos presupuestos; por tanto, el cumplimiento de la meta fue reportado por Colombia en el BTR1. A partir

del BTR2, este indicador permite reportar el seguimiento operativo del presupuesto correspondiente al período vigente, sin modificar la naturaleza cualitativa de la meta originalmente comunicada, ni sustituto de evaluación de cumplimiento 2030.

Tabla 3-20. Indicador 4: Seguimiento al presupuesto de carbono

Nombre del indicador	Indicador 4: Seguimiento al presupuesto nacional de carbono
Unidad, según corresponda	Porcentaje (%)
Descripción del indicador	Mide la fracción del presupuesto nacional de carbono del periodo presupuestal vigente que ha sido consumida por las emisiones netas acumuladas reportadas en el INGEI. Se calcula como el cociente entre la sumatoria de emisiones netas anuales disponibles dentro del período presupuestal en curso y el presupuesto nacional de carbono aprobado por la CICC para ese período, expresado en porcentaje. Ecuación 4 $$SPC_T = \frac{\sum_{t \in T'} EN_t}{PC_T} * 100$$ $$T = \{t_1, t_2, \dots t_n\}, n = \begin{cases} 6 & si\ T = 2020 - 2025 \\ 5 & para\ los\ demas\ periodos\ presupuestales \end{cases}$$ $$T' \acute{I}\ T$$ Donde: Seguimiento al Presupuesto de Carbono (SPC_T): porcentaje del presupuesto de carbono nacional del periodo presupuestal *T* que ha sido consumido hasta el año *t* con información del INGEI disponible. Emisiones netas (EN_t): Emisiones netas de GEI nacionales del año t, reportadas por el INGEI, donde $t \in T'$. T': Subconjunto de años del periodo T, para los cuales se cuenta con información de emisiones netas estimadas en el Ingei en el ciclo de reporte. T: Periodo de cinco años consecutivos (excepto el periodo 2020-2025 que es de seis años) para el cual se establece un presupuesto de carbono nacional, según lo determinado por la CICC en el Acuerdo 013 de 2024. Presupuesto de Carbono (PC_T): nivel máximo permisible de emisiones netas acumuladas de GEI para el período presupuestal *T* vigente, expresado en $MtCO_2eq$, según lo establecido en el Acuerdo 013 de 2024 de la CICC. El indicador, así como los presupuestos, abarca todas las fuentes de emisiones y absorciones de GEI estimados en el INGEI y todos los sectores de la economía nacional, con exclusión de las emisiones por aviación internacional y transporte marítimo internacional, de conformidad con el Acuerdo 013 de 2024. Dado que el ciclo de reporte del BTR es bienal, el indicador no siempre coincide con el cierre de un período quinquenal; por ende, el indicador refleja el estado de avance del Presupuesto con los años del INGEI disponibles.
Metodologías y/o métodos de rendición de cuentas utilizados para el indicador.	Las emisiones netas anuales utilizadas para el cálculo provienen del INGEI, elaborado por el Ideam, como fuente oficial de información sobre emisiones y absorciones nacionales de GEI. El Artículo 10 del Acuerdo 13 de 2024 de la CICC designa explícitamente al Ingei como el instrumento para medir el progreso y cumplimiento de los presupuestos de carbono. El Presupuesto de Carbono Nacional quinquenal para el periodo a evaluar será aquel que esté vigente y haya sido aprobado por la CICC. En el caso del presente reporte, corresponde al primer periodo presupuestal: 2020-2025. El Artículo 5 del Acuerdo 013 de 2024 de la CICC definió los Presupuestos de Carbono a nivel Nacional para tres periodos presupuestales: 2020-2025, 2026-2030

Nombre del indicador	Indicador 4: Seguimiento al presupuesto nacional de carbono
	y 2031-2035. Para efectos del BTR2, el cálculo se realiza con el INGEI disponible hasta 2024, por lo cual cubre cinco de los seis años del primer período presupuestal.
Definiciones necesarias para entender el indicador	Presupuesto nacional de carbono: corresponde al nivel total permisible de emisiones netas acumuladas de gases de efecto invernadero (GEI) en millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO_2eq) para un periodo determinado. El presupuesto nacional de carbono comprende emisiones y absorciones netas estimadas en el INGEI y se utiliza como instrumento de seguimiento de la trayectoria nacional de mitigación. Emisiones netas: balance entre las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero y las absorciones/remociones de GEI estimadas en el INGEI para un año determinado, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO_2eq). En el contexto del presupuesto nacional de carbono, las emisiones netas son la variable anual que se acumula dentro de cada período presupuestal para evaluar el gasto del presupuesto aprobado. El Acuerdo No. 013 de 2024 establece que el presupuesto nacional de carbono abarca las emisiones y absorciones estimadas en los inventarios nacionales de GEI, y que el INGEI es el instrumento mediante el cual se mide su progreso y cumplimiento. Periodo presupuestal: intervalo de tiempo para el cual se establece un presupuesto nacional de carbono, entendido como el nivel total permisible de emisiones netas acumuladas de GEI durante dicho período. De acuerdo con el Acuerdo No. 013 de 2024 de la CICC, los presupuestos nacionales de carbono se establecen para períodos sucesivos de cinco años; excepcionalmente, el primer período comprende 2020–2025, con una duración de seis años para incluir el año 2020. Los períodos subsiguientes siguen una lógica quinquenal y deben reflejar progresión respecto del período anterior.
Sector(es) o categoría(s) definido(s) de manera diferente en comparación con el informe del inventario nacional.	El indicador de seguimiento al Presupuesto de Carbono no involucra ningún sector o categoría diferente a los que están definidos en el INGEI. Es más, como se mencionó anteriormente, el Artículo 10 del Acuerdo 13 de la CICC establece que el INGEI es el instrumento de medición del cumplimiento del presupuesto. Por lo tanto, no puede existir tal diferencia. El indicador utiliza emisiones netas nacionales y, por tanto, mantiene consistencia metodológica con el inventario nacional. La agregación del indicador se realiza a nivel nacional y no modifica la clasificación de fuentes y sumideros reportada en el INGEI.
Punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año(s) de base o punto(s) de partida, según corresponda (párrafos 67 y 77(a)(i) de las MPG)	El indicador no utiliza una línea base o año base en el sentido convencional. Su punto de referencia es el presupuesto nacional de carbono aprobado para el periodo presupuestal correspondiente. Con respecto a este, se compara la sumatoria de las emisiones acumuladas dentro del periodo presupuestal que se han generado hasta el momento y cuyas emisiones han sido estimadas en el INGEI Por ende, no aplica un año ni una línea base en el sentido convencional dado que los parámetros del indicador de seguimiento del presupuesto son absolutos, y su meta es de nivel fijo acumulado.
Período de implementación de la NDC que cubre información de años de informe anteriores, según corresponda, y el año más reciente, incluido el año final o el final del período (párrafos 68 y 77(a)(ii-iii) de las MPG)	La NDC 2.0 cubre el periodo de implementación 2020-2030. En términos de presupuestos de carbono, este horizonte comprende los períodos presupuestales 2020–2025 y 2026–2030. La NDC 3.0 cubre el período presupuestal 2031–2035. El BTR2 reporta información del INGEI hasta 2024; por lo que este reporte evalúa el avance acumulado en cinco de los seis años del primer período presupuestal. Cabe resaltar que solo el primer periodo es de seis años para incluir el año 2020; los periodos siguientes son quinquenales.
Nivel objetivo en el año 2030 (NDC 2.0)	≤100 % al cierre del período 2020-2025 y 2026–2030 Para el primer período, el cumplimiento se evalúa al cierre de 2025; para el segundo período, al cierre de 2030.

<table>
<tr><td>Nombre del indicador</td><td>Indicador 4: Seguimiento al presupuesto nacional de carbono</td></tr>
<tr><td>Año o periodo objetivo</td><td>2030 (NDC2.0)</td></tr>
<tr><td>Progreso realizado hacia la NDC, determinado al comparar la información más reciente para cada indicador seleccionado, incluso para el año final o el final del período, con el punto(s) de referencia, nivel(es), línea(s) de base, año base(s) o punto(s) de partida (párrafos 69 a 70 de las MPG)</td><td>Seguimiento al presupuesto de carbono nacional
Meta2030: ≤100 %
Con la información oficial disponible en el INGEI (hasta 2024), el gasto acumulado del presupuesto nacional de carbono para el período 2020–2025 alcanza 83,07 %. Este resultado corresponde a la sumatoria de las emisiones netas nacionales reportadas en el INGEI para los años 2020, 2021, 2022, 2023 y 2024, comparada con el presupuesto aprobado para el período. Enseguida los resultados anuales acumulados:
<table>
<tr><td>Variable</td><td>2020</td><td>2021</td><td>2022</td><td>2023</td><td>2024</td></tr>
<tr><td>SPCt</td><td>16,84 %</td><td>33,98 %</td><td>50,43 %</td><td>66,15 %</td><td>83,07 %</td></tr>
</table>
El resultado debe interpretarse como un avance parcial del período presupuestal, dado que aún no se cuenta con la información inventariada para 2025. En términos temporales, al cierre de 2024 han transcurrido cinco sextas partes (≈ 83,3 %) del primer período presupuestal; por tanto, el gasto observado en el quinto año (83,07 %) se ubica muy cerca de una trayectoria lineal de uso del presupuesto. No obstante, la trayectoria anual de emisiones no ha sido estrictamente lineal, pues refleja variaciones interanuales asociadas a dinámicas económicas, sectoriales, climáticas y de aplicación de políticas públicas que resultan en cambios en las tendencias de las emisiones de categorías clave de emisiones de GEI.</td></tr>
<tr><td>Relación del indicador con la NDC, compatibilidad metodológica con la NDC y discrepancias metodológicas con el informe del inventario nacional más reciente.</td><td>El indicador operacionaliza el seguimiento del enfoque de presupuestos de carbono, establecido para orientar y evaluar la trayectoria de mitigación nacional. La NDC 2.0, y consecuentemente en el Artículo 5 de la Ley 2169 de 2021, incluyó la meta de establecer presupuestos de carbono nacionales para el periodo 2020-2030; dicha meta, de naturaleza cualitativa, fue cumplida con la adopción del Acuerdo No. 013 de 2024 por la CICC. El indicador permite ahora reportar el avance en el uso del presupuesto en el marco de la implementación de la NDC. Además, en la NDC 3.0, Colombia comunicó una meta nacional de Gases de Efecto Invernadero al 2035, con sustento técnico consolidado a través del Presupuesto nacional de Carbono.
De esta manera, el indicador es compatible con la NDC y con el INGEI, al utilizar emisiones netas nacionales con cobertura de todos los GEI directos, fuentes y absorciones contempladas en el inventario nacional. Además, se resalta que los presupuestos de carbono guardan completa compatibilidad metodológica con los objetivos de mitigación de la NDC 2.0 y 3.0, dado que las trayectorias que cumplen la NDC 2.0 informaron la definición del presupuesto de carbono nacional 2020-2025 y 2026-2030. Igualmente, la definición del objetivo de mitigación de la NDC 3.0 tuvo en cuenta el cumplimiento del presupuesto de carbono nacional 2031-2035.
El presupuesto de carbono nacional no tiene discrepancias metodológicas con el INGEI más reciente. Incluso, el Acuerdo 13 de la CICC definió que el INGEI es uno de los instrumentos para tener en cuenta para: su definición (Artículo 7), su ajuste y actualización (Artículo 8), y para la medición del progreso y cumplimiento (Artículo 10).</td></tr>
<tr><td>Aclaraciones sobre el indicador.</td><td>En la Décimo Cuarta (XIV) sesión de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) se aprobó la Hoja de ruta para el Establecimiento del Presupuesto de Carbono, que propuso las características generales a considerar para el establecimiento de los presupuestos de carbono de Colombia, basándose en los avances del país en materia de estrategias y metas de mitigación, así como en las recomendaciones de diferentes expertos nacionales e internacionales. El proceso de establecimiento del presupuesto nacional de carbono ha sido liderado desde el Minambiente, buscando la máxima participación sectorial, mediante instancias de presentación, discusión bilateral y grupal.
Estos presupuestos fueron construidos por dicho Ministerio, con base en el análisis de escenarios de modelación técnico-económica para la caracterización de las</td></tr>
</table>

Nombre del indicador	Indicador 4: Seguimiento al presupuesto nacional de carbono
	emisiones de GEI en Colombia. Se consideraron los escenarios planteados bajo la actualización de la NDC y la E2050, así como estudios realizados por el Banco Mundial en el marco del Country Climate and Development Report (CCDP); el análisis costo-beneficio de las opciones para alcanzar cero emisiones netas en Colombia, desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID); y la información de las emisiones nacionales estimadas por el IDEAM en el marco del Inventario Nacional de GEI (INGEI) más actualizado en ese momento, que corresponde a aquel presentado en el BUR 2 de 2018. De esta manera, los resultados de estos estudios constituyeron la mejor información disponible para entender cómo lograr los objetivos de mitigación que el país determinó en su NDC 2.0. Estos escenarios planteados fueron discutidos en el marco institucional pertinente y fueron adoptados bajo la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), tras la decimoctava (XVIII) sesión de esta instancia el 18 de septiembre de 2024, mediante el Acuerdo 13[12] de dicha instancia. Allí se estableció que el presupuesto de carbono nacional será quinquenal, abarcará todos los GEI (tales como CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6) y todas las fuentes de emisiones y absorciones estimadas en los inventarios nacionales de GEI (INGEI), en línea con el alcance de la actual meta de mitigación de GEI del país. Igualmente, abarcará todos los sectores de la economía nacional, exceptuando las emisiones provenientes de aviación internacional y transporte marítimo internacional. El indicador tiene naturaleza acumulativa y debe interpretarse por período presupuestal, no como una meta anual independiente. Un valor inferior o superior al avance temporal lineal no constituye, por sí mismo, evidencia suficiente de cumplimiento o incumplimiento antes del cierre del período; más bien, proporciona una señal temprana sobre el ritmo agregado de emisiones y sobre la necesidad de mantener, fortalecer o ajustar instrumentos de política, programas sectoriales e inversiones. Los presupuestos nacionales de carbono constituyen una secuencia de niveles acumulativos progresivamente más exigentes. Por ello, el comportamiento del primer período resulta relevante para la credibilidad de las trayectorias de mitigación, la planificación sectorial de mediano plazo, la actualización de futuras NDC y la transición hacia la carbono-neutralidad.

Fuente: Elaboración propia con base en Congreso de Colombia (2021), CICC (2024) e IDEAM (2024).

3.3.1.4.1. Información sobre los años anteriores del período de aplicación de la NDC en virtud del artículo 4 para el presente indicador

De conformidad con lo indicado en la MPG 77 (literal a.ii), en esta sección se presenta la información más reciente respecto al indicador 4. Para este indicador no procede una evaluación retrospectiva de avance para 1990–2019 en términos de gasto del presupuesto de carbono, debido a que los presupuestos nacionales de carbono fueron establecidos para períodos quinquenales de 2020 en adelante. La serie histórica del INGEI previa a 2020 puede utilizarse como contexto para comprender la evolución de las emisiones netas nacionales, las fuentes y sumideros principales y la variabilidad interanual; sin embargo, no constituye un período presupuestal aprobado contra el cual pueda calcularse el gasto del presupuesto.

Para el período 1990–2019, previo al inicio del primer período presupuestal de carbono (2020-2025), la serie histórica del INGEI muestra que las emisiones netas nacionales presentaron una tendencia general creciente, aunque con

variabilidad interanual significativa. Esta variabilidad y los factores a los cuales se atribuye, son detallados en INGEI 1990-2024. Las emisiones netas pasaron de aproximadamente 225,0 $MtCO_2eq$ en 1990 a 272,2 $MtCO_2eq$ en 2019, lo que representa un aumento cercano al 21 % en tres décadas. La serie registra su valor mínimo en 2002 y su valor máximo en 2018, evidenciando que la trayectoria nacional no ha sido lineal, sino influenciada por cambios en la actividad económica, la dinámica sectorial y el comportamiento del sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

En términos de composición sectorial, durante 1990–2019 el componente LULUCF fue el principal determinante del balance neto nacional, seguido por los sectores de energía, agricultura, transporte, residuos e IPPU. Esta estructura indica que la evolución histórica de las emisiones netas de Colombia ha estado fuertemente condicionada tanto por fuentes asociadas a la producción, el consumo energético, la movilidad y las actividades agropecuarias, como por la dinámica de los sumideros y emisiones del uso del suelo. Se destaca que las emisiones netas de las categorías residuos e IPPU tendieron a crecer a una mayor velocidad, en comparación con las emisiones de las categorías energía y agricultura. Solamente las emisiones de la categoría silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra muestran una tendencia decreciente que se debe, por un lado, a mayores absorciones, pero también a la tendencia decreciente de las emisiones brutas que muestra la categoría.

El comportamiento de las emisiones históricas proporciona un contexto técnico relevante para interpretar la variabilidad interanual, la importancia relativa de fuentes y sumideros, y los retos estructurales asociados a la transición hacia una trayectoria nacional de emisiones netas compatible con la NDC y los objetivos de largo plazo.

Se resalta entonces, que el análisis de resultados del presente indicador bajo el BTR2 se concentra en el primer período presupuestal 2020–2025, utilizando la información disponible hasta 2024. Esta aproximación es consistente con la naturaleza acumulativa del indicador y con el diseño institucional de los presupuestos de carbono como instrumentos de seguimiento periódico de la trayectoria nacional de mitigación.

3.3.1.4.2. Reporte de logro del indicador 4: Información más reciente, seguimiento de los progresos alcanzados y evaluación sobre el logro de las metas respecto de la NDC

Con base en el INGEI disponible hasta 2024, el gasto acumulado del presupuesto nacional de carbono del período 2020–2025 alcanza 83,07 %. Este resultado cubre cinco años de información inventariada dentro de un período presupuestal de seis años. En términos estrictamente temporales, al cierre de 2024 ha

transcurrido el 83,33 % del tiempo de implementación del período 2020–2025, por lo que el nivel de gasto observado se encuentra muy próximo a una trayectoria lineal de uso del presupuesto. Como fue indicado previamente, este indicador presentó una evolución hacia el cumplimiento del presupuesto de carbono previsto para el año final del primer período. En la Tabla 3-21 se presentan los resultados arrojados por el indicador, de manera que se acumulan las emisiones anuales para presentar el seguimiento al presupuesto.

Tabla 3-21. Evolución acumulada del consumo del primer presupuesto nacional de carbono, con corte a 2024

Año	Emisiones netas anuales ($MtCO_2eq$)	Emisiones netas acumuladas ($MtCO_2eq$)	Presupuesto nacional de carbono 2020-2025 ($MtCO_2eq$)	Seguimiento al Presupuesto de Carbono (%)
2020	275,35	275,35		16,84 %
2021	280,24	555,59		33,98 %
2022	268,91	824,49	1.635	50,43 %
2023	257,05	1.081,54		66,15 %
2024	276,73	1.358,27		83,07 %

Fuente: Elaboración propia con base en INGEI y CICC (2024).

La lectura acumulativa evidencia que el indicador se comporta de manera estable en torno al avance temporal del período, aunque las emisiones netas anuales que lo componen presentan variaciones interanuales. Esa diferencia entre lectura acumulativa y dinámica anual es relevante. Un indicador acumulado puede mostrar continuidad, aun cuando existan fluctuaciones anuales asociadas a factores económicos, sectoriales, climáticos o de sumideros. En las figuras 3-34 y 3-35, se grafica el seguimiento acumulado al presupuesto nacional de carbono de manera anual (Figura 3-34) y de manera diferenciada por los sectores IPCC (Figura 3-35).

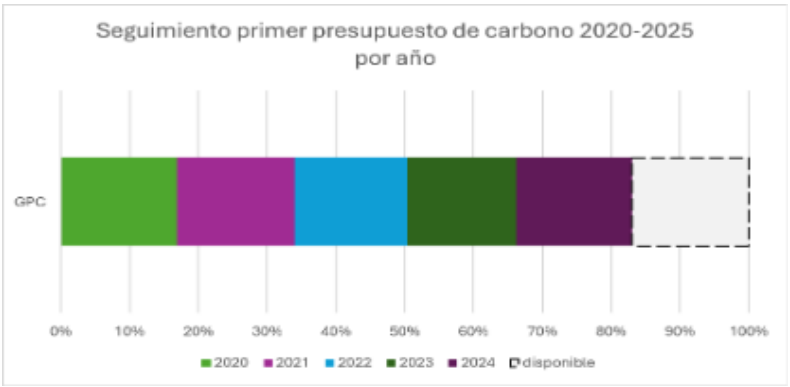


Figura 3-34. Seguimiento por año acumulado al primer presupuesto nacional de carbono (2020-2025), con corte al 2024.

Fuente: Elaboración propia con base en INGEI y CICC (2024).

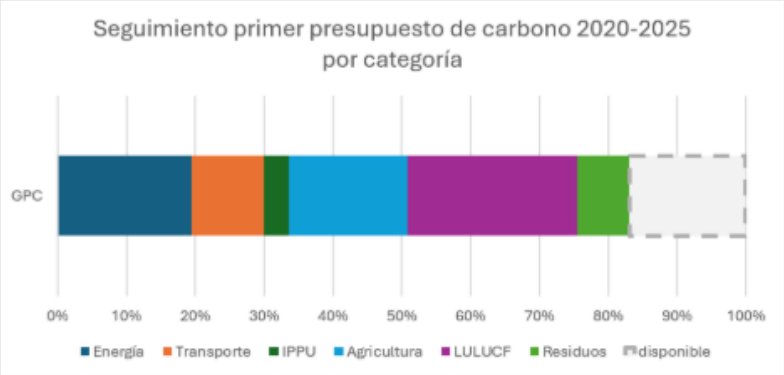


Figura 3-35. Seguimiento al primer presupuesto nacional de carbono (2020-2025), por categoría IPCC, con corte al 2024

Fuente: Elaboración propia con base en INGEI y CICC (2024).

El consumo del 83,07 % del presupuesto antes del cierre del período indica que el país ha utilizado una proporción del presupuesto muy cercana a la proporción de tiempo transcurrida. Esto sugiere que, con la información disponible, la trayectoria acumulada no muestra una desviación sustantiva respecto de una trayectoria lineal de gasto, lo que sugiere una señal de estabilización de las emisiones netas nacionales. No obstante, una trayectoria lineal no debe interpretarse como trayectoria óptima o suficiente de descarbonización, dado que las rutas costo-efectivas de mitigación pueden ser no lineales y depender de la entrada en operación de políticas, tecnologías, inversiones e instrumentos sectoriales con diferentes tiempos de maduración. Sin embargo, la linealidad en el gasto del primer presupuesto nacional de carbono sugiere una tendencia de estabilización de las emisiones, planteando un panorama favorable para iniciar una trayectoria decreciente de las emisiones durante el siguiente quinquenio, la cual debe estar acompañada de un mayor impulso a la implementación de las políticas, acciones y medidas de mitigación comunicadas por el país en el marco de la NDC.

El resultado ofrece una señal de seguimiento relevante sobre el ritmo de descarbonización nacional. Si las emisiones netas anuales se mantienen alrededor de los niveles observados durante el período, el margen restante del presupuesto dependerá de que en 2025 no se presenten incrementos netos significativos y de que continúen o se fortalezcan las acciones de mitigación y absorción. Por el contrario, reducciones netas adicionales en sectores emisores o aumentos en absorciones podrían disminuir la presión sobre el cierre del período y fortalecer la posición del país frente a los períodos presupuestales subsiguientes.

La interpretación debe considerar que el indicador refleja emisiones netas agregadas. Por tanto, su comportamiento resulta de la combinación entre emisiones brutas de sectores como energía, transporte, procesos industriales, agricultura y residuos, y el balance de emisiones y absorciones del sector LULUCF.

Esta característica lo convierte en una medida integral de desempeño climático agregado, pero también exige cautela al atribuir variaciones a un único factor o sector sin análisis complementarios.

Desde una perspectiva de gestión pública, el indicador cumple una función de alerta temprana. Su evolución permite identificar si el ritmo acumulado de emisiones se aproxima, excede o se mantiene por debajo del avance esperado del presupuesto, proporcionando insumos para ajustes en planes sectoriales, instrumentos económicos, inversiones, fortalecimiento institucional y coordinación intersectorial. Asimismo, contribuye a mejorar la trazabilidad entre los compromisos internacionales de Colombia, la planificación nacional y la rendición de cuentas bajo el Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París.

El indicador también facilita la articulación entre corto, mediano y largo plazo. Mientras la NDC establece metas y medidas para ciclos determinados, los presupuestos de carbono conectan esos ciclos con una secuencia de límites acumulativos progresivamente más exigentes, alineados con la carbono-neutralidad. Por tanto, su seguimiento permite evaluar no sólo el desempeño del período en curso, sino también la presión que el comportamiento actual puede generar sobre los períodos posteriores. A su vez, las medidas sectoriales son determinantes para gestionar el presupuesto restante. Acciones en eficiencia energética, transición energética, movilidad sostenible, control de la deforestación, restauración, gestión sostenible de sistemas agropecuarios, economía circular, captura de metano y gestión de residuos pueden contribuir a reducir emisiones netas o fortalecer sumideros. Sin embargo, la capacidad de estas medidas para reflejarse en el INGEI depende de su escala, oportunidad de implementación, integridad metodológica y disponibilidad de datos.

Los presupuestos de carbono constituyen una secuencia de metas acumulativas y progresivamente más exigentes. El Acuerdo No. 013 de 2024 establece que cada presupuesto nacional debe presentar progresión respecto al período anterior, reflejando la mayor ambición posible y considerando las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las circunstancias nacionales. Por ello, el desempeño del primer período no es aislado: incide en la credibilidad, planificación y factibilidad de cumplimiento de los períodos posteriores; y, a su vez, implica un reto para alinear las emisiones con una trayectoria de descarbonización, con miras a los siguientes periodos presupuestales, que serán quinquenales y más ambiciosos.

3.3.2. Resumen estructurado

De conformidad con los parágrafos 74, 75 y 76 del capítulo III del anexo de la Decisión 18/CMA.1, la sección 2.3.3.1 del primer Reporte Bienal de Transparencia presenta el resumen de las metodologías y enfoques contables utilizados para la rendición de cuentas de las metas establecidas en la NDC. En

la Tabla 3-22 se presenta información complementaria a la presentada allí, con base en los elementos que hacen parte de los formatos tabulares del anexo II de la Decisión 5/CMA.3.

Tabla 3-22. Resumen estructurado: Metodologías y enfoques contables

Requisito de presentación de informes	Descripción
Para la primera NDC según el artículo 4: a	
Enfoque contable, incluida su coherencia con el artículo 4, párrafos 13 y 14, del Acuerdo de París (párrafo 71 de las MPG)	Colombia presentó en 2015 su iNDC con el objetivo de reducir el 20% de sus emisiones a 2030 o un 30% con apoyo internacional. Desde la concepción de esta primera NDC, el país ha construido un enfoque contable de sus emisiones a partir de la proyección de un escenario tendencial y un escenario con medidas de mitigación que le permita establecer una meta de nivel fijo que solo varía en términos de aumentar la ambición. Este enfoque ha sido aplicado de manera uniforme desde la iNDC, manteniendo supuestos, parámetros y metodologías comparables a lo largo del tiempo. En consecuencia, el enfoque contable se mantiene en ambas NDC y solo plantea mejoras en el caso de la segunda al incluir indicadores de seguimiento como se detallará en la siguiente fila de esta tabla (Información sobre cómo el enfoque contable utilizado es consistente con los párrafos 13 a 17 y el anexo II de la decisión 4/CMA.1). La consistencia con los párrafos 13 y 14 del artículo 4 se garantiza mediante el uso del Inventario Nacional de GEI y el inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos, desarrollados conforme a las directrices del IPCC y la Guía técnica para la elaboración del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos conjunta EMEP/EEA 2019. Esta información es usada como base para los indicadores de seguimiento presentados, lo cual asegura comparabilidad, integridad y evita el doble conteo de emisiones, considerando que estos son sometidos a controles de calidad y revisiones externas que verifican de manera independiente los datos en línea con las directrices del IPCC, el Manual para la revisión nacional de inventarios de gases de efecto invernadero y la guía EMEP/EEA 2019.
Para la segunda NDC y posteriores conforme al Artículo 4, y opcionalmente para la primera NDC bajo el Artículo 4: b	
Información sobre cómo el enfoque contable utilizado es consistente con los párrafos 13 a 17 y el anexo II de la decisión 4/CMA.1 (párrafo 72 de las MPG).	El enfoque contable de la NDC actualizada es consistente con los párrafos 13 a 17 y el anexo II de la decisión 4/CMA.1, al basarse en metodologías del IPCC (2006 y Refinamientos de 2019), uso de buenas prácticas y gestión de incertidumbre, e inclusión progresiva de categorías de emisión y absorción. La NDC de Colombia, presentada en 2020 ante la CMNUCC, partió de la información más reciente en datos y metodologías del inventario de GEI comunicado en el marco del BUR 2 (serie hasta 2014), al momento de la publicación del inventario de GEI con corte a 2018. La calibración de supuestos con información actualizada del inventario y la armonización sectorial aseguran que la información reportada sea consistente, completa y comparable en el tiempo. De igual manera, procuró incluir todas las categorías de emisión y absorción antropogénicas estimadas en el inventario. Respecto a los GEI, no se consideró representativo el aporte de los SF6 a las emisiones nacionales por lo que no fueron incluidos dentro del modelo. Para más información, el BUR se encuentra disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/47096251_Colombia-BUR2-1-2BUR%20COLOMBIA%20SPANISH.pdf Se resalta que la NDC de Colombia no tiene como eje central identificar los beneficios secundarios de mitigación derivados de las medidas de adaptación ni los planes de diversificación económica.
Explicar cómo la contabilización de las emisiones y absorciones antropogénicas se ajusta a las metodologías y	La contabilización de emisiones y absorciones antropogénicas se realiza conforme a metodologías y métricas del IPCC, utilizando los resultados del INGEI como base para el seguimiento de la meta nacional. Y se emplean los potenciales de calentamiento global para un período de 100 años del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) para la agregación en CO_2eq, garantizando coherencia

Requisito de presentación de informes	Descripción
parámetros comunes evaluados por el IPCC y a la decisión 18/CMA.1 (párrafo 1 a) del anexo II de la decisión 4/CMA.1).	metodológica con la decisión 18/CMA.1. AR5 (2013) disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
Explique cómo se ha mantenido la coherencia entre los datos de GEI y las metodologías de estimación utilizadas para la contabilidad y el inventario de GEI de la Parte, de conformidad con el artículo 13, párrafo 7(a), del Acuerdo de París, si corresponde (párrafo 2(b) del anexo II a la decisión 4/CMA.1)	Las emisiones netas de GEI que son empleadas para hacer seguimiento a la meta nacional de mitigación de la NDC son las estimadas y comunicadas en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). Por lo tanto, existe coherencia entre los datos de GEI y las metodologías de estimación utilizadas para la contabilidad nacional. Esta información puede ser consultada en el INGEI 1990-2024. Este enfoque garantiza consistencia entre los procesos de reporte bajo el artículo 13 y la evaluación del progreso en la NDC.
Explique cómo se ha evitado la sobreestimación o subestimación de las emisiones y absorciones proyectadas utilizadas para la contabilidad (párrafo 2 c) del anexo II de la decisión 4/CMA.1).	Para evitar la sobreestimación o subestimación de las emisiones y absorciones proyectadas, Colombia ha implementado un marco metodológico basado en la consistencia técnica con sus inventarios nacionales, el uso de herramientas de modelación integradas y la alineación con las proyecciones oficiales de desarrollo del país. La proyección de las emisiones y absorciones incorpora un riguroso ejercicio de control de calidad respecto al uso y tratamiento de la información de base utilizada para efectuar estas proyecciones, así como de análisis de incertidumbre, siguiendo las directrices del IPCC, priorizando el uso de metodologías consistentes con el inventario nacional. Adicionalmente, se contempla el análisis de sensibilidad del impacto de las variables clave (macroeconómicas, especialmente el Producto Interno Bruto – PIB; el comportamiento de la deforestación) en la trayectoria de las emisiones, con el fin de conocer el nivel de incertidumbre de la proyección y valorar el rango de las emisiones esperadas, así como reducir la sobreestimación o subestimación. El análisis de sensibilidad respecto a otras variables clave, como la población y precios de los combustibles requieren del fortalecimiento de capacidades que el país deberá desarrollar, como se detalla en el plan de mejora de la sección 3.6. La integridad de las proyecciones se garantiza mediante los siguientes pilares técnicos, detallados en la sección 3.6: • El escenario "Current" o actual de la modelación utiliza como punto de partida los datos de actividad y factores de emisión reportados en el Inventario Nacional de GEI comunicado en el BTR1 (año base 2021). En consideración de la disposición del párrafo 102, el país emplea una cobertura temporal y un año de partida diferente al del informe del inventario nacional comunicado en el presente BTR, reconociendo las limitaciones en términos de capacidades y recursos técnicos que permitan alinear el ejercicio de proyecciones de emisiones y absorciones con las estimaciones del inventario nacional. • En sectores como energía y transporte, se emplea el Balance Energético Nacional (BECO), que es la misma fuente de información utilizada por el INGEI, lo que asegura que las proyecciones no partan de niveles base distorsionados. • Para evitar sesgos en el crecimiento tendencial (escenario sin medidas - WOM), se han adoptado las proyecciones sociodemográficas oficiales del DANE (población y número de hogares), y las sendas de crecimiento del PIB real del Marco Fiscal de Mediano Plazo del Ministerio de Hacienda y Crédito Público. En el sector energético, se integran las trayectorias del Plan Energético Nacional (PEN 2022-2052) de la UPME, lo que permite que las proyecciones de oferta y demanda se ajusten a la planificación sectorial real del país.

Requisito de presentación de informes	Descripción
	• El uso de la herramienta LEAP (Low Emissions Analysis Platform) permite centralizar la modelación de emisiones y agregar los efectos directos e indirectos de las medidas de mitigación. Para evitar la sobreestimación del potencial de mitigación, el país realiza análisis de interacciones y efectos de segundo orden, como cambios en la demanda agregada de energía o reducciones en las bases de aplicación de otras medidas. Esto permite identificar riesgos de doble contabilidad y priorizar la jerarquía de las medidas en el escenario "Con Medidas" (WM). • Se reconoce que factores externos, como la variabilidad hidrológica y el Fenómeno de El Niño, introducen volatilidad en la intensidad de carbono del sistema eléctrico. Para reducir la incertidumbre, las proyecciones en el sector energía analizan episodios de sustitución térmica y su impacto en la trayectoria de emisiones, evitando así una subestimación de las emisiones en años de sequía. • En el componente de deforestación, se utiliza la lógica del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF), aplicando modelos logísticos que reconocen que la pérdida de bosques no es lineal e indefinida, sino que está condicionada por la disponibilidad de bosque remanente y circunstancias nacionales. Esto evita proyecciones tendenciales irreales que podrían sobreestimar las emisiones futuras de LULUCF.
Para cada NDC conforme al Artículo 4: b	
Contabilización de emisiones y absorciones antropogénicas de acuerdo con las metodologías y métricas comunes evaluadas por el IPCC y adoptadas por la Conferencia de las Partes que actúa como reunión de las Partes en el Acuerdo de París (párrafo 12(a) de la decisión 4/CMA.1 y párrafo 1 de su anexo II):	
Cada metodología y/o enfoque contable utilizado para evaluar la implementación y el logro de los objetivos, según corresponda (párrafo 74(a) de las MPG)	La evaluación del progreso hacia los objetivos de la NDC 2.0 se realiza mediante los indicadores detallados en la sección 3.3.1 (Indicadores y seguimiento de los progresos realizados en la aplicación y cumplimiento de la NDC). El indicador 1 se basa en el inventario de emisiones y absorciones de Gases Efecto Invernadero, comparando las emisiones observadas hasta el año más reciente presentado allí con respecto a la meta absoluta de 2030, asegurando consistencia metodológica con el sistema nacional de inventario de emisiones atmosféricas. En este sentido, el seguimiento al logro del objetivo de mitigación nacional de GEI se realizará al comparar las emisiones del año más reciente con el objetivo de emisiones a 2030. A su vez, la otra variable del indicador 1 corresponde a la meta de mitigación planteada en la NDC2.0, la cual fue establecida a partir de la proyección y análisis del escenario de referencia del país y del análisis y modelación de escenarios de políticas y medidas de reducción de emisiones de GEI para alcanzar la meta. Dichas proyecciones tomaron como base las estimaciones del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (INGEI) del año 2014 presentado en el BUR 2, valores de potenciales de calentamiento global del 5° Informe del IPCC, factores de emisión propios de país producto de las investigaciones nacionales (Nivel metodológico 2) en la medida de lo posible y factores de la base de datos del IPCC (Nivel metodológico 1) en el resto de los casos. Asimismo, se emplearon fuentes de información oficiales actualizadas a la fecha para cada sector cartera (ajustados a las categorías del IPCC); entre otras consideraciones explicadas en el documento de actualización de la NDC. El indicador 2, que hace seguimiento a la deforestación neta en un año, en respuesta a la meta de reducción de emisiones por deforestación como parte de la meta de mitigación nacional, se basa en la información provista por el SMByC, el cual se rige por los lineamientos metodológicos del "*Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia. V 2.0.– IDEAM*" (Galindo et al., 2014a) y la hoja metodológica del indicador (Galindo et al., 2023b). Esta metodología no presenta discrepancias metodológicas con el INGEI toda vez que comparten fuentes de datos (el SMByC facilita la información referente a los datos de actividad para las categorías IPCC 4.B.2.a, 4.C.2.a, 4.D.2.bi, 4.E.2.a y 4.F.2.a del Inventario Nacional de GEI). Cabe resaltar que, si bien la meta hace seguimiento a deforestación neta y el país ha avanzado en implementación de acciones y proyectos de restauración, dichas acciones se reportan actualmente en términos de gestión (implementación) y no se incorporan como valor

Requisito de presentación de informes	Descripción
	cuantitativo dentro del indicador (variable SRj). Dicha variable se reporta como no estimada en el presente reporte debido a la falta de información validada de las áreas que se han restaurado, mediante monitoreo satelital o en campo bajo criterios de crecimiento sostenido de largo plazo (aproximadamente 10 años). El país prevé la necesidad de adelantar desarrollos metodológicos que permitan identificar, de manera robusta, las áreas que se están regenerando y con trayectoria a convertirse en bosque, con el fin de mejorar el reporte del presente indicador. El indicador 3, mediante el que se cuantifica el avance porcentual en el objetivo de reducción de las emisiones de carbono negro (CN) con respecto al año de referencia (2014), toma como fuente de datos el Inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas, presentado como parte de este reporte (INGEI 1990-2024). La estimación de estas emisiones se fundamenta en la "*Guía técnica para la elaboración de inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA*" y con la estructura en las categorías IPCC usada para la compilación nacional. En este sentido, existe estricta compatibilidad entre el indicador 2 y los supuestos estructurales definidos en la NDC de 2020 (NDC 2.0). Ambos instrumentos comparten el mismo año base (2014) y aplican idéntico criterio de exclusión contable para las emisiones derivadas de incendios de bosques y praderas, eliminando así distorsiones asociadas a la alta variabilidad interanual de las perturbaciones naturales. Asimismo, la métrica mantiene la coherencia en el uso de metodologías de estimación indirecta basadas en la combinación de datos de actividad y factores de emisión sectoriales. Además, para consistencia en el seguimiento a la meta planteada a 2030, el indicador se calcula utilizando una misma versión del inventario para el año base y los años de seguimiento. No obstante, esto limita la comparabilidad directa con versiones anteriores del inventario, incluyendo BUR3, BTR1 y la información utilizada para la formulación de la NDC 2.0. Por último, al igual que el indicador 1, el indicador 4 que hace seguimiento al gasto del presupuesto nacional de carbono quinquenal se basa en la información reportada dentro del periodo presupuestal en el inventario nacional de emisiones y absorciones de GEI en el numeral; y lo compara respecto al presupuesto de carbono vigente aprobado por la CICC, que guarda completa compatibilidad con la NDC2.0, dado que su trayectoria informó la definición de los presupuestos de carbono nacional 2020-2025 y 2026-2030. emisiones más recientes un enfoque de contabilidad acumulativa para evaluar si la trayectoria de emisiones netas del inventario de emisiones más reciente se mantiene dentro del presupuesto de carbono respectivo (en este reporte, se hace seguimiento al periodo presupuestal 2020-2025). Este enfoque permite una lectura de la trayectoria nacional más allá de las fluctuaciones anuales, facilitando la alerta temprana sobre el ritmo de descarbonización. A su vez, los presupuestos de carbono nacionales no tienen discrepancias metodológicas con el INGEI; por el contrario, el Acuerdo 13 de la CICC definió que el INGEI es uno de los instrumentos para tener en cuenta para su definición (Artículo 7), su ajuste y actualización (Artículo 8), y para la medición del progreso y cumplimiento (Artículo 10).
Cada metodología y/o enfoque contable utilizado para la construcción de cualquier línea de base, en la medida de lo posible (párrafo 74(b) de las MPG)	Teniendo en cuenta que la meta de mitigación de emisiones de GEI de la NDC actualizada de Colombia es de emisiones netas absolutas en un año puntual, el seguimiento a esta meta no se hace con respecto al escenario de referencia. Sin embargo, el análisis del impacto y reducciones de las políticas, acciones y medidas de mitigación sí parte de un escenario de línea base o escenario de referencia proyectado a 2030. Con respecto a dicho escenario de referencia y bajo diferentes supuestos de implementación, detallados en el Documento Descripción de los supuestos aplicados para modelar las medidas de mitigación (Tabla de supuestos para la proyección de las PAMS), se construye el escenario con medidas de mitigación. El documento de la NDC actualizada puede ser consultado en: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf Igualmente, el seguimiento a los presupuestos de carbono no toma un año o punto de referencia, ni una línea base, siendo los parámetros del indicador valores absolutos de emisiones acumuladas dentro del periodo presupuestal y los presupuestos en sí.

Requisito de presentación de informes	Descripción
	Por su parte, respecto al objetivo de control a la deforestación, es preciso resaltar que el seguimiento no se realiza con respecto a un punto, línea base o nivel de referencia, sino que monitorea el cambio anual en la superficie de bosque natural y su evolución durante el periodo de implementación de la NDC (2020–2030). No obstante, se aclara que el establecimiento de las metas respecto a reducción de la deforestación en la NDC2.0 tomó en cuenta las proyecciones realizadas por el NREF 2018-2022, e incorporando los respectivos depósitos de carbono en línea con el INGEI publicado en 2022. En cuanto al punto de referencia para hacer seguimiento a la meta de CN, la NDC 2.0 indica que la reducción planteada de 40 % se mide con respecto al nivel de emisiones de CN del 2014. Este nivel corresponde a 15.325 toneladas en 2014 (excluyendo incendios forestales) en 2014, según la información disponible (IDEAM, Minambiente, Coalición del Clima y Aire Limpio, 2019) en el momento de formulación de la NDC 2.0; por lo tanto, se aclara que la reducción de emisiones de carbono negro de Colombia en 2030 será de 6.130 toneladas. Cabe resaltar que el inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas más reciente fue objeto de un proceso integral de reconstrucción, armonización y estandarización metodológica que permitió consolidar un único sistema de compilación para gases de efecto invernadero, carbono negro y contaminantes criterio (los detalles de las mejoras son presentados en el INGEI 1990-2024). En consecuencia, los valores reportados en versiones anteriores de dicho inventario no son directamente comparables con los utilizados originalmente durante la formulación de la NDC, dado que los recálculos responden tanto a mejoras metodológicas como a cambios en la forma en que la información fue compilada, clasificada e integrada en versiones anteriores del inventario. Por lo tanto, el indicador se calcula utilizando una misma versión del inventario para el año base y los años de seguimiento. No obstante, esto limita la comparabilidad directa con versiones anteriores del inventario, incluyendo BUR3, BTR1 y la información utilizada para la formulación de la NDC 2.0.
Si la metodología o el enfoque contable utilizado para los indicadores de la tabla 1 difieren de los utilizados para evaluar la implementación y el logro de la meta, describa cada metodología o enfoque contable utilizado para generar la información generada para cada indicador en la Tabla 4 (párr. 74(c) de las MPG)	Los indicadores seleccionados y descritos en la Tabla 1 de los CTF corresponden a los mismos presentados en la Tabla 4 de los CTF. Por tanto, no existen diferencias metodológicas entre los indicadores utilizados para el seguimiento y aquellos empleados para evaluar el logro de la meta. La metodología y el enfoque contable de los indicadores se definió de conformidad con lo establecido en la decisión 18/CMA.1, para que exista una correspondencia directa con el tipo de meta(s) determinada(s) en la NDC. Ahora bien, los indicadores definidos comparan la información más reciente del periodo de aplicación con el punto objetivo de mitigación a 2030 para hacer seguimiento a los progresos y evaluar el nivel de avance de la NDC. En el caso de la meta nacional de mitigación de GEI es la información proveniente del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) que hace uso de las metodologías y directrices IPCC 2006 y refinamiento del 2019 para asegurar la coherencia y consistencia entre las metodologías y el enfoque contable seleccionado con los utilizados al evaluar la implementación y el logro de la meta. Para el tipo de meta de GEI de la NDC y el seguimiento mediante el indicador 1 no aplica ningún nivel de referencia, o línea base de referencia. No obstante, a partir de los resultados de este indicador para cada año que se reporte, permite un monitoreo a la evolución de la mitigación requerida para el cumplimiento de la meta a lo largo del periodo de implementación de la NDC (2020-2030). Para efectos indicativos, el inicio del período de implementación es el año 2020. Para el caso del seguimiento a la meta de control a la deforestación, se hace uso de la información provista por el SMByC, el cual se rige por los lineamientos metodológicos del "*Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia. V 2.0.– IDEAM*" Y, en el caso del seguimiento a la meta de reducción de emisiones de carbono negro (CN), se toma la información del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio, presentado como parte de este reporte, el cual se fundamenta en la "*Guía técnica para la elaboración de inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA*".

Requisito de presentación de informes	Descripción
Cualquier condición y supuesto relevante para el logro de la NDC conforme al Artículo 4, según corresponda y esté disponible (párrafo 75(i) de las MPG)	Colombia ha definido un conjunto de condiciones y supuestos transversales y sectoriales que fundamentan el modelamiento de su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y son determinantes para el logro de sus objetivos de mitigación bajo el Artículo 4 del Acuerdo de París. Los drivers de crecimiento empleados para modelar las medidas formuladas en la NDC se clasifican en parámetros demográficos, económicos y sectoriales. Los supuestos realizados para modelar las medidas formuladas en la NDC se encuentran detallados para cada medida en el Documento "Descripción de los supuestos aplicados para modelar las medidas de mitigación". Los supuestos demográficos se realizaron a partir de la información publicada por el DANE, que reporta los resultados del censo de población de 2018 y las proyecciones realizadas a partir de este, incluyendo la proyección de la población de Colombia para el periodo de 2019 a 2050, su repartición departamental, urbana y rural, y el número de hogares (DANE, 2020). Se asume un crecimiento continuo de la población hasta alcanzar los 56 millones de habitantes en 2042, con una tendencia de urbanización que llegará al 76 % en las cabeceras municipales para ese mismo año. Un supuesto clave es la reducción en el tamaño promedio de los hogares (hacia 2,9 personas en áreas urbanas para 2050), lo que, a pesar de la desaceleración del crecimiento poblacional, implica un aumento sostenido en el número total de hogares (estabilizándose en 18 millones), impactando la demanda energética y la generación de residuos. Los supuestos económicos se fundamentan en las proyecciones del PIB de Colombia para el periodo de 2019 a 2030 y el PIB desagregado por sectores económicos para el mismo periodo. Para asegurar la consistencia macroeconómica, se adoptaron las sendas de crecimiento del Marco Fiscal de Mediano Plazo (MFMP) de 2025 del Ministerio de Hacienda, asumiendo una tasa de crecimiento real de mediano plazo del 2,8 % hasta 2050. La distribución del crecimiento entre los 17 sectores económicos se realizó mediante el Modelo de Equilibrio General Computable Colombiano (MEG4C), permitiendo modelar la dinámica de las actividades productivas y el consumo de combustibles industriales. En el ámbito de la planificación sectorial y tecnológica, el país asume las trayectorias del Plan Energético Nacional (PEN 2022-2052) bajo el "escenario de inflexión", el cual supone un cambio estructural en el consumo de combustibles fósiles mediante una inversión acelerada en electrificación y Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER). Para el sector LULUCF, se asume la lógica del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF 2023-2027), aplicando modelos logísticos que proyectan el comportamiento de la deforestación hasta el año 2035. En el sector agropecuario, los supuestos incluyen tasas de crecimiento del hato ganadero, de áreas en plantaciones forestales y áreas en cultivos (arroz, café, cacao) basadas en estudios técnicos específicos de CIAT-Cipav. Finalmente, el país reconoce que, si bien su meta de mitigación es absoluta (169,44 $MtCO_2eq$), la implementación plena de su ambición requiere de medios de implementación, incluyendo financiamiento, transferencia de tecnología y fomento de capacidades. Por último, se reconoce la variabilidad climática, como el Fenómeno de El Niño, como un supuesto crítico que introduce volatilidad en la intensidad de carbono del sistema eléctrico, exigiendo planes de contingencia para no arriesgar las metas de descarbonización durante periodos de sequía.
Parámetros clave, supuestos, definiciones, fuentes de datos y modelos utilizados, según corresponda y esté disponible (párrafo 75(a) de las MPG)	Tanto en la NDC como en el seguimiento de esta, el inventario de emisiones atmosféricas y absorciones se convierte en la principal fuente de información para conocer la mitigación requerida para alcanzar la meta e identificar el avance en reducción de emisiones de GEI y de carbono negro. Se mantiene coherencia y alcance con respecto a los gases que se reportan para cada sector y/o categoría. Para el indicador "Mitigación requerida para la meta" se considera el conjunto de los GEI que comprenden el Inventario Nacional, los cuales son: CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6. Este indicador considera las exclusiones indicadas en la NDC en cuanto a las emisiones de combustibles usados en aviación internacional y transporte marítimo; así como los depósitos de carbono no estimados en el inventario nacional de GEI debido a los vacíos de información a nivel nacional para las estimaciones de estas categorías, donde se incluyen los

Requisito de presentación de informes	Descripción
	ecosistemas marinos y costeros, humedales diferentes a embalses para la generación de energía y ecosistemas de alta montaña; por lo tanto, no son consideradas dentro del perfil de emisiones. Resulta relevante indicar que, respecto al indicador 2 (Cambio en la superficie cubierta por bosque natural - CSBN) para hacer seguimiento al cambio de la cobertura forestal, solo se considera el CO_2 como único gas contabilizado. Para efectos del cambio en la cobertura de bosque natural, el alcance considera el cambio en la superficie cubierta por bosque natural y ganancia de bosque (regeneración) en el territorio nacional. No obstante, la restauración en la que el país ha avanzado no ha sido aún estimada en el presente reporte debido a la falta de información validada de dichas áreas mediante monitoreo satelital o en campo bajo criterios de crecimiento sostenido de largo plazo (aproximadamente 10 años) y que permitan su visibilización a través del SMByC. El país prevé la necesidad de adelantar desarrollos metodológicos que permitan identificar, de manera robusta, las áreas que se están regenerando y con trayectoria a convertirse en bosque, con el fin de mejorar el reporte del presente indicador. En relación con carbono negro, la meta no contempla las emisiones de este elemento cuando se derive de incendios de bosques y de praderas, ya que no se dispone de suficiente información sobre estas. No se contabilizan las categorías de emisiones y absorciones no estimadas (NE) del inventario nacional de GEI; asimismo, no incluye todos los depósitos de carbono debido a los vacíos de información a nivel nacional para las estimaciones de estas categorías, donde se incluyen los ecosistemas marinos y costeros, humedales diferentes a embalses para la generación de energía y ecosistemas de alta montaña. Igualmente, en la meta de mitigación de GEI no se contabilizan las remociones de CO2 por el bosque natural que permanece como tal que no han sido estimadas en el INGEI (categorías 4.A.1.a., 4.A.1.b. y 4.A.1.c.); ni las categorías que no son aplicables (NA) o que no ocurren (NO) en el país. Teniendo en cuenta el tipo de meta y la cobertura especificadas, se precisa que la meta de emitir como máximo 169,44 $MtCO_2eq$ en 2030 no se verá ajustada por la inclusión ex post de nuevas categorías de emisiones o absorciones derivadas de procesos de mejora del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). En los casos que se cuente con la información pertinente para realizar la estimación de las emisiones y/o absorciones no estimadas, o que las categorías actualmente con notación NO o NA comiencen a ocurrir o aplicar, estas serán incluidas en el inventario nacional de GEI; y, por tanto, serán parte del alcance y cobertura de la meta nacional de mitigación. Los parámetros claves, supuestos, definiciones, fuentes de datos y modelos son explicados con mayor detalle en el INGEI 1990-2024.
Directrices del IPCC utilizadas, según corresponda y esté disponible (párrafo 75(b) de las MPG)	Para efectos del seguimiento a la NDC, el país considera los diferentes lineamientos sugeridos por IPCC tales como: i) Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, ii) El suplemento de 2013 a las directrices del IPCC, iii) Refinamientos de 2019 a las Directrices del IPCC de 2006 para algunas subcategorías y iv) Orientaciones del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Un mayor detalle de las directrices IPCC empleadas para cada categoría y subcategoría pueden encontrarse en el INGEI 1990-2024.
Informe las métricas utilizadas, según corresponda y esté disponible (párrafo 75(c) de las MPG)	La métrica del indicador 1 “Mitigación requerida para la meta” de la NDC se expresa en términos de emisiones netas de GEI como millones de t CO_2eq. La métrica del indicador 2 "Cambio en la superficie cubierta por bosque natural" se expresa en hectáreas por año (ha/año); cabe resaltar en este caso que, al ser una variable de dato de actividad, no requiere una métrica específica para su interpretación en término de emisiones de GEI. Para el indicador 3 debe señalarse que su métrica está dada en % de CN mitigado dado que la meta fue planteada en términos del avance en reducción de emisiones de carbono negro con respecto al año base; pero sus variables se presentan en toneladas de Carbono Negro (t), de conformidad con los lineamientos de la guía técnica para la elaboración de inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos conjunta EMEP/EEA 2019.

Requisito de presentación de informes	Descripción
	Los Potenciales de Calentamiento Global (GWP, por sus siglas en inglés) empleados para reportar los resultados del INGEI en forma agregada (CO_2eq) corresponden a los contemplados en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC conocido por sus siglas en inglés –AR5– (2013) para un período de 100 años.
Para las Partes cuyas NDC no pueden contabilizarse utilizando metodologías cubiertas por las directrices del IPCC, proporcionar información sobre su propia metodología utilizada, incluso para las NDC, de conformidad con el artículo 4, párrafo 6, del Acuerdo de París, si corresponde (párrafo 1 (b) de anexo II de la decisión 4/CMA.1)	No aplicable, debido a que la meta de mitigación de GEI de la actual NDC tiene métricas en términos de GEI y se contabiliza utilizando metodologías cubiertas por los lineamientos del IPCC. Por su parte, el indicador de reducción del carbono negro hace uso de la "*Guía técnica para la elaboración de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos conjunta EMEP/EEA 2019*".
Proporcionar información sobre las metodologías utilizadas para realizar un seguimiento de los avances derivados de la aplicación de políticas y medidas, según corresponda (párr. 1 d) del anexo II de la decisión 4/CMA.1).	FX (parcial a la luz de la MPG 85) en virtud de sus capacidades nacionales y la heterogeneidad en la disponibilidad de datos sectoriales, detallados para cada medida en la sección 3.4.3 (acciones por sector). En coherencia con lo reportado en la sección de Circunstancias nacionales del presente capítulo (ver sección 3.1.3 - Arreglos institucionales vigentes dirigidos al seguimiento de los progresos alcanzados en la aplicación y cumplimiento de la NDC), el país mantiene un sistema de seguimiento de los avances derivados de la implementación de las políticas, acciones y medidas (PAM) asociadas a la NDC estructurado en dos niveles complementarios que combinan instrumentos de monitoreo de implementación con procedimientos técnicos de cuantificación de resultados de mitigación, articulados bajo el andamiaje institucional nacional. El monitoreo de la implementación de las medidas tiene un nivel de gestión, que es liderado por el DNP y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del Esquema de Seguimiento y Reporte (ESR), implementado en la plataforma +Clima, según los lineamientos para el seguimiento y reporte de la NDC establecidos por la Ley 2169 de 2021. En este marco, se recopila información reportada por las entidades responsables de cada PAM; y se emplea un sistema de indicadores de gestión, producto y resultado, que permite evaluar el avance en actividades, hitos y procesos (indicadores de gestión), registrar la provisión de bienes y servicios asociados a la medida (indicadores de producto) y medir los efectos de las intervenciones públicas, incluidos cambios en condiciones sectoriales o sociales (indicadores de resultado). Estos indicadores permiten evidenciar el grado de implementación de las medidas, así como generar insumos (datos de actividad) útiles para la estimación de impactos en mitigación. La cuantificación de resultados de mitigación tiene un nivel técnico que es liderado por el Ideam, como administrador del Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI), en la coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El SCRR-GEI se rige por un protocolo maestro que establece lineamientos metodológicos estandarizados para el aseguramiento y control de calidad, el cálculo de resultados de mitigación y los procesos de compilación, procesamiento y reporte de información. El sistema, además, hace parte del sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional, reglamentado mediante la Resolución 1447 de 2018, que toma en cuenta los lineamientos y principios del Marco Reforzado de Transparencia del que trata el Artículo 13 del Acuerdo de París y la consistencia en el establecimiento de las líneas base. Y se acompaña de las reglas de contabilidad de reducción de emisiones y remoción de GEI, aprobadas bajo la CICC. En este marco, la estimación de resultados se realiza con base en datos de actividad sectoriales, recopilados a partir de fuentes oficiales; factores de emisión, definidos conforme a metodologías reconocidas (principalmente Directrices IPCC 2006 y

Requisito de presentación de informes	Descripción
	metodologías específicas sectoriales); y la comparación entre escenarios de mitigación (con implementación de la medida) con los escenarios de línea base (sin intervención) estimados bajo la NDC. El seguimiento técnico de las PAM se apoya en un proceso estructurado de compilación y procesamiento de información que incluye: a. Instrumentos de captura de información, que corresponden a las fichas de caracterización de las medidas de mitigación desarrolladas como parte de la actualización de la NDC. Estas fichas incluyen información general de la medida (sector, alcance, categorías IPCC); registro de valores históricos (2010–2021); definición del escenario de línea base (tendencial); construcción del escenario de mitigación; y supuestos, cálculos y limitaciones metodológicas. Este instrumento permite capturar información de manera estandarizada y desagregada por actividad, facilitando su uso en la contabilidad nacional de emisiones. b. Compilación sectorial de información, considerando que cada sector cartera (ministerio cabeza de sector) es responsable de identificar sus fuentes de información, reportar datos de actividad para el período de análisis (para este caso, 2020–2024), y consolidar la información conforme a lineamientos comunes. Ante limitaciones en sistemas sectoriales MRV (heterogeneidad en niveles de madurez), se implementaron mecanismos paralelos de recolección para garantizar la consistencia de la información. Las metodologías aplicadas fueron seleccionadas buscando el mayor rigor técnico posible y la comparabilidad internacional, adaptando elementos de metodologías del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) al contexto nacional, entre las cuales se encuentran: • Generación eléctrica: Basada en la metodología ACM0002 y la Herramienta 07 del MDL para el cálculo de emisiones evitadas por Fuente No Convencionales de Energía Renovable (FNCER). • Transporte: Uso de aproximaciones de la metodología AMS-III-S para modernización de carga y AMS.III-C para movilidad eléctrica, vinculando el número de vehículos y su rendimiento energético. • Refrigeración: Elementos de la metodología AM 0120 para el ascenso tecnológico en refrigeradores domésticos. • Cocción Rural: Adaptación de la metodología AMS.II.G para evaluar la eficiencia térmica en la sustitución de fogones de leña. Mediante este sistema de seguimiento, el país avanza con respecto al BTR1 en el reporte de estimaciones de impacto en mitigación (reducciones alcanzadas) para 14 PAM sectoriales. Dicha información es presentada en la sección 3.4 del presente capítulo, con resultados cuantificados que totalizan 44.579,83 ktCO_2eq de reducciones de emisiones en 2024. Para evitar la doble contabilidad, especialmente en medidas que implican ahorro de electricidad, se aplicó la Regla de Contabilidad #4 aprobada bajo la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), la cual establece que las reducciones por consumo eléctrico se reportan solo como "partida informativa". Aunque esta cuantificación constituye un gran avance para el país, se encuentran sujetas a mejora conforme evoluciona la disponibilidad de datos. Además, la información reportada para todas las medidas incluye avances de implementación para el periodo 2024-2026, como actualización respecto al BTR1. Especialmente para las PAMS en que se encontraron desafíos, en el numeral 3.4.3 se detallan las condiciones específicas para cada medida, por ejemplo, asociados a la estandarización de metodologías, interoperabilidad de sistemas y consolidación de datos, que llevaron a aplicar flexibilidad en la cuantificación de mitigación alcanzada en esas medidas. Además, dicha sección presenta las PAM bajo un enfoque sectorial coherente con las categorías del IPCC 2006. Finalmente, es importante acotar que, de la misma manera en la que las proyecciones de emisiones a nivel nacional no deben emplearse para evaluar el avance en la aplicación de la NDC, tampoco deben emplearse para hacer seguimiento a los progresos alcanzados en la implementación de medidas, ya que

Requisito de presentación de informes	Descripción
	estas últimas requieren una evaluación basada en datos de actividad observados y no proyectados.
Cuando sea aplicable a su NDC, cualquier supuesto, metodología y enfoque específico de un sector, categoría o actividad consistente con las orientaciones del IPCC, teniendo en cuenta cualquier decisión pertinente en virtud de la Convención, según corresponda (párrafo 75(d) de las MPG): Para las Partes que abordan las emisiones y las absorciones posteriores derivadas de perturbaciones naturales en tierras gestionadas, proporcionar información detallada sobre el enfoque utilizado y cómo es coherente con las orientaciones pertinentes del IPCC, según corresponda, o indicar el subcapítulo pertinente del informe del inventario nacional de GEI que contiene esa información (párrafo 1(e) del anexo II de la decisión 4/CMA.1, párrafo 75(d)(i) de las MPG)	Hasta la fecha, el país solo considera, de manera preliminar, los incendios forestales como perturbaciones naturales que ocurren en tierras gestionadas. El abordaje metodológico de las emisiones asociadas a este tipo de evento se presenta con mayor detalle en el subcapítulo correspondiente a la categoría LULUCF presentado en el Anexo 1 que conforma este BTR. Las emisiones generadas por incendios forestales son tratadas en la subcategoría “Quema de biomasa” y corresponden principalmente a aquellos ocurridos en tierras forestales y pastizales. En este, se emplea un nivel metodológico 1 conforme las Directrices del IPCC 2006 considerando un factor de emisión por defecto y el área anual incendiada como dato de actividad. No se reportan las emisiones de CO_2 por quema de biomasa en bosque natural para evitar el riesgo de doble contabilidad asociada a la actividad de deforestación.
Para las Partes que contabilizan las emisiones y absorciones de los productos de madera recolectada, proporcionen información detallada sobre qué enfoque del IPCC se ha utilizado para estimar las emisiones y absorciones (párrafo 1(f) del anexo II de la decisión 4/CMA.1, párrafo 75(d)(ii) de las MPG)	Los productos de la madera recolectada (PMR) constituyen una categoría dentro del inventario nacional de GEI. Las emisiones y absorciones se contabilizan atendiendo las Directrices del IPCC 2006 y los Refinamientos 2019 de IPCC que aplican a esta subcategoría. El abordaje metodológico empleado corresponde al enfoque de producción, el cual es explicado con mayor detalle en el subcapítulo correspondiente en la categoría LULUCF presentado en el INGEI 1990-2024 que conforma este BTR. No obstante, debe considerarse que en el presente reporte no se contempla una meta específica con relación a los productos de la madera recolectada.
Para las Partes que abordan los efectos de la estructura de clases de edad en los bosques, proporcionar información detallada sobre el enfoque utilizado y cómo este es coherente con la orientación pertinente del IPCC, según corresponda (párrafo 1(g) del anexo II de	Debe señalarse que, en Colombia la categoría tierras forestales comprende aquella ocupada por bosque natural y por plantaciones forestales. Hasta la fecha, el país no considera los efectos de la estructura de clases de edad en los bosques naturales. La contabilización del carbono forestal responde a la información recolectada por el inventario forestal nacional para el caso de los bosques naturales en la cual no se efectúa estratificación etaria debido a la dificultad que entraña determinar el estado sucesional de estos ecosistemas, por lo tanto, los contenidos de carbono en los bosques son el reflejo de una composición de individuos arbóreos de diversas etapas de crecimiento. En lo que respecta a las plantaciones forestales, los contenidos de carbono se estiman considerando un nivel metodológico 2 dado que implica el uso de

Requisito de presentación de informes	Descripción
la decisión 4/CMA.1, párrafo 75(d)(iii) de las MPG)	incrementos medios anuales de biomasa/carbono por hectárea. Para tal efecto, se aplican las directrices metodológicas de IPCC 2006 para la categoría tierras forestales que permanecen como tierras forestales en términos del cambio anual e incremento medio anual de las existencias de carbono. Esta información metodológica se detalla en la subcategoría Tierras forestales que hacen parte del sector LULUCF descrita en el INGEI 1990-2024 que conforma este BTR.
Cómo la Parte se ha basado en los métodos y orientaciones existentes establecidos en virtud de la Convención y sus instrumentos jurídicos conexos, según corresponda, si corresponde (párrafo 1 c) del anexo II de la decisión 4/CMA.1)	El país ha usado los métodos y orientaciones provistos por la CMNUCC y sus instrumentos jurídicos conexos como puede evidenciarse, por ejemplo, en la comunicación de sus niveles de referencia de emisiones forestales (NREF) y sus correspondientes anexos técnicos. En el marco de la Decisión 1 / CP. 16 el país ha presentado tres NREF, los cuales responden a las directrices establecidas en la Decisión 12 / CP. 17 en términos de alcance, gases considerados, actividades REDD+, depósitos evaluados, etc. La evaluación de estos NREF da cuenta del apego a la aplicación de las directrices de la CMNUCC como se observa en los reportes de evaluación técnica correspondiente (TAR). Los resultados de mitigación de REDD+ son un componente clave dentro del cumplimiento de las metas de la NDC en lo que corresponde al sector LULUCF. Estos resultados se presentan para acceder a pagos de resultados de conformidad con las Decisiones 9 / CP. 19, 13 / CP. 19 y 14 / CP. 19, los cuales son comunicados a través de los anexos técnicos. En este sentido, el país considera el uso de las orientaciones derivadas de la Convención para reportar sus compromisos respecto a la NDC.
Cualquier metodología utilizada para contabilizar los beneficios de mitigación de las acciones de adaptación y/o planes de diversificación económica (párrafo 75(e) de las MPG)	En relación con el párrafo 78 del anexo III de la decisión 18/CMA.1, la NDC 2.0 de Colombia integra componentes de mitigación y adaptación. Sin embargo, se precisa que las medidas de adaptación, correspondientes a la Comunicación en Adaptación y el capítulo 4 del presente reporte, no fueron diseñadas bajo un enfoque orientado a generar o contabilizar cobeneficios de mitigación conforme al artículo 4.7 del Acuerdo de París. En consecuencia, las disposiciones relativas al seguimiento de dichos beneficios no resultan directamente aplicables. No obstante, como se detalla de manera más amplia en las secciones 3.3.4 y 3.4.7 del presente BTR (en respuesta al requisito del párrafo 75(e) de las MPG), Colombia presenta avances en el desarrollo de marcos metodológicos para el análisis de impactos y potenciales efectos asociados a las medidas climáticas, sin que estos constituyan metodologías para la contabilización de cobeneficios de mitigación derivados de acciones de adaptación o planes de diversificación económica. En este contexto, el país se encuentra desarrollando un análisis de impactos socioeconómicos de las medidas climáticas, particularmente en el marco de la NDC 3.0, en sectores como AFOLU, energía, industria, transporte, vivienda, residuos, agua y salud, incluyendo la identificación de 101 medidas y la priorización de intervenciones en eficiencia energética, movilidad eléctrica y restauración, entre otras. Se espera que este análisis en desarrollo permita caracterizar efectos en empleo, productividad, competitividad, inversión y distribución de ingresos, así como retos asociados a disponibilidad de información, capacidades técnicas e impactos distributivos. Asimismo, Colombia ha incorporado el enfoque de transición justa y ha fortalecido instrumentos de planificación climática y desarrollo metodológico para la evaluación integral de impactos, lo cual constituye un avance relevante hacia el fortalecimiento del monitoreo de la transición climática, aun cuando la NDC no esté estructurada bajo el enfoque específico de contabilización de cobeneficios de mitigación.
Describa cómo se ha evitado el doble conteo de las reducciones netas de emisiones de GEI, incluso de acuerdo con la orientación desarrollada en relación con el Artículo 6, si corresponde (párrafo 76(d) de las MPG).	Colombia ha establecido un conjunto de arreglos institucionales, herramientas técnicas y salvaguardas normativas orientadas a garantizar la integridad ambiental de los resultados de mitigación y evitar el doble conteo de las reducciones netas de emisiones de GEI. Este enfoque se fundamenta en la articulación del Sistema Nacional MRV, el Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI) y el Registro Nacional de Reducción de Emisiones (Renare), en coherencia con las directrices del Acuerdo de París y las MPG del Marco Reforzado de Transparencia. A nivel nacional, la prevención de doble contabilidad es uno de los principios rectores del Sistema nacional de MRV de mitigación. En particular, el SCRR-GEI,

Requisito de presentación de informes	Descripción
	administrado por el Ideam y en coordinación con el Minambiente, establece metodologías, reglas de contabilidad y protocolos de calidad que garantizan que cada reducción o remoción de GEI sea cuantificada una sola vez, utilizando datos de actividad coherentes con el Inventario Nacional de GEI y factores de emisión alineados con las directrices del IPCC. En este marco, el país cuenta con un conjunto de reglas de contabilidad establecidas en el SCRR-GEI que plantea salvaguardas explícitas frente al doble conteo. En particular, estas reglas definen criterios explícitos para evitar la doble contabilidad entre sectores, iniciativas e instrumentos, incluyendo la asignación única por sector cartera según acuerdos intersectoriales y la homologación de categorías a sectores IPCC (Reglas # 1 a 3), la obligatoriedad de resolver traslapes no compatibles antes de contabilizar resultados (Regla 6) y la aplicación de ajustes correspondientes en caso de autorización de transferencias internacionales de resultados de mitigación (Regla 7). Asimismo, incorporan principios transversales del sistema MRV, como consistencia, exactitud, transparencia, exhaustividad y trazabilidad, que aseguran que cada tonelada de CO_2eq sea contabilizada una sola vez y de forma verificable. En complemento, para evitar el doble cómputo de las reducciones de las emisiones netas de GEI proyectadas, el país hace uso de un enfoque de modelación que centraliza la contabilidad de emisiones para las diferentes categorías de emisión del inventario de GEI, lo que permite proyectar y modelar los efectos de las medidas de mitigación en cada categoría aplicable. El uso de la modelación centralizada permite también realizar un análisis de los efectos de las medidas agregadas, y en caso en el que dos o más medidas afecten la misma categoría, el software empleado seleccionará el efecto final en función del orden de agregación de medidas, evitando así el doble cómputo. Dado que el país cuenta con un amplio portafolio de mitigación, muchas medidas coinciden en actividades que impactan una misma categoría del inventario nacional de GEI y, por lo tanto, corren el riesgo de generar un doble conteo de las reducciones de emisiones como parte de su implementación. Para estos casos, el SCRR-GEI ha realizado una rigurosa revisión de cada una de las medidas, lo que le ha permitido generar alertas tempranas sobre aquellas que podrían generar resultados de mitigación de manera concomitante con otras. Para el presente reporte, el país presentó la cuantificación de sus resultados de mitigación (reducciones de emisiones) logrados para 14 PAM hasta el 2024, de las cuales, cuatro de ellas, presentan actividades relacionadas con la reducción de emisiones derivadas del consumo de energía eléctrica, las cuales se encuentran agrupadas dentro del sector energía (ver sección 3.4.3.1). Dado que, para tres de estas cuatro medidas, las reducciones de emisiones por consumo de electricidad son reducciones indirectas, estas reducciones de emisiones son presentadas como partida informativa y solo se contabilizan en la medida denominada “Generación eléctrica” (ver sección 3.4.3.1.4), con el propósito de evitar la doble contabilidad. En la sección 3.4.4 se presenta el consolidado de reducciones de emisiones de las 14 PAM reportadas con resultados. Dentro de estas, se identifican aquellas del sector energía reducciones por emisiones indirectas entre paréntesis, para señalar las partidas informativas que no son sumadas en el total. Las restantes diez medidas que se reportan no presentan interacciones que pudieran implicar un doble cómputo de las reducciones logradas. No obstante, se identificaron interacciones de segundo orden que son relacionadas para cada medida; a su vez, se identificaron interacciones que, si bien no tienen un riesgo de doble contabilidad desde la modelación, en el ejercicio de su implementación y la estimación de reducciones alcanzadas requerirán un análisis más detallado y la definición de condiciones para evitar la doble contabilidad. Asimismo, el país enfrenta desafíos metodológicos para identificar y evitar el doble conteo en medidas que no reportaron reducciones de emisiones para el presente período, por lo que esto será un área de mejora para abordar en futuros reportes. Se resalta que, respecto al Artículo 6 del Acuerdo de París, Colombia no ha implementado hasta la fecha enfoques cooperativos que involucren el uso de resultados de mitigación de transferencia internacional (ITMOs), ni ha autorizado transferencias internacionales de resultados de mitigación. En este contexto, no se han requerido la aplicación de ajustes correspondientes, por lo que la totalidad de

Requisito de presentación de informes	Descripción
	las reducciones de emisiones generadas en el territorio nacional son contabilizadas únicamente hacia el cumplimiento de la NDC del país. No obstante, el país reconoce los mecanismos del Artículo 6 (6.2, 6.4 y 6.8) como instrumentos potenciales de implementación, bajo un enfoque gradual, soberano y condicionado a criterios de integridad ambiental, coherencia con los instrumentos domésticos y alineación con las prioridades nacionales. Para más información sobre los avances del país para evitar el doble conteo de las reducciones netas de emisiones de GEI en relación con el artículo 6, consultar el numeral 3.1.3.4 ("Arreglos institucionales y marco normativo para el seguimiento de los resultados de mitigación de transferencia internacional") del presente BTR.
Cualquier otra metodología relacionada con la NDC conforme al Artículo 4 (párrafo 75(h) de las MPG)	No aplicable. Actualmente, el país hace uso únicamente de las metodologías anteriormente relacionadas.
Garantizar la coherencia metodológica, incluidas las líneas de base, entre la comunicación y la implementación de las NDC (párrafo 12(b) de la decisión 4/CMA.1 y párrafo 1 de su anexo II)):	
Explique cómo se ha mantenido la coherencia en el alcance y la cobertura, las definiciones, las fuentes de datos, las métricas, los supuestos y los enfoques metodológicos, incluidas las líneas de base, entre la comunicación y la implementación de las NDC (párrafo 2(a) del anexo II de la decisión 4/CMA.1)	Colombia ha mantenido una rigurosa coherencia técnica y metodológica entre la comunicación de sus metas en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y su implementación reportada, conforme al Marco Reforzado de Transparencia. Dentro de la información que se comunica ante las partes, se considera la NDC, el BTR y las fuentes de seguimiento según el caso. Las metas de la NDC cuentan con indicadores de seguimiento, que se articulan a los siguientes sistemas de medición y monitoreo que, a su vez, son comunicados: el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas (que incluye Gases de Efecto Invernadero – INGEI, Carbono negro y contaminantes criterio) para medir la mitigación requerida para la meta (indicador 1), el avance en reducción de emisiones de carbono negro (indicador 3) y el seguimiento al presupuesto nacional de carbono (indicador 4); así como el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC), utilizado para la rendición de cuentas sobre el cambio en la superficie cubierta por bosque natural (indicador 2). Las definiciones operativas se han preservado sin alteraciones entre la formulación y la implementación. El Inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas contempla las directrices del IPCC 2006 y refinamientos del 2019. Por su parte, el SMByC toma como referencia metodológica el "*Protocolo para el procesamiento digital de imágenes para la generación de información sobre la distribución, extensión y cambios de la cobertura boscosa en Colombia*", el cual es base para la construcción del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) de Colombia, y es presentado ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUC); el sistema incluye las consideraciones de la decisión 1 /CP16 sobre la adopción de un monitoreo forestal robusto y transparente, y la decisión 11/CP19 la cual trata sobre la coherencia y transparencia a lo largo del tiempo. Estos procedimientos metodológicos han sido contemplados para la construcción de las líneas base y por lo tanto también son acogidos para determinar los resultados de mitigación de las acciones propuestas en la NDC. En cuanto al alcance y cobertura, la meta principal de mitigación de GEI corresponde a un nivel fijo de emisiones netas absolutas, comprometiendo al país a emitir como máximo 169,44 Mt CO_2eq en el año 2030. Esta cobertura es integral, abarcando el territorio nacional y la totalidad de los sectores IPCC: Energía, IPPU, Agricultura, LULUCF y Residuos. Se incluyen los gases de efecto invernadero (GEI) de larga vida (CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6), manteniendo la exclusión sistemática de las emisiones de combustibles usados en aviación internacional y transporte marítimo, garantizando consistencia entre la definición de la meta y el reporte del inventario. Respecto a las fuentes de datos y métricas, se detallan para cada indicador en las tablas correspondientes en la sección 3.3.1. Para el indicador 1, el país utiliza la tonelada de CO_2 equivalente (tCO_2eq) como métrica estándar, empleando los Potenciales de Calentamiento Global (GWP) del Quinto Informe de Evaluación del IPCC para asegurar la comparabilidad; para el indicador 3 se utilizan métricas de

Requisito de presentación de informes	Descripción
	kilotoneladas (kt) de carbono negro; y el indicador 4 se maneja en porcentaje (%). La fuente de información principal de estos tres indicadores es el inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas. Para el caso del indicador 2, se mide en área (ha) que presenta cambios en la superficie de bosque natural; y, como se mencionó, la fuente de información principal es el SMByC. Por su parte, para el seguimiento a las Políticas, Medidas y Acciones (PAM), los datos de actividad provienen de fuentes oficiales sectoriales y se procesan de manera centralizada en el IDEAM, a través del Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI), asegurando que el seguimiento de las acciones sea consistente con las estimaciones del INGEI. Las líneas de base aplicables a cada indicador son explicadas en la tabla respectiva en la sección 3.3.1. Al ser una meta de nivel fijo para 2030, tanto el Indicador 1 como el 2, no requieren una línea base para su cálculo, sino que comparan directamente con el valor de la meta a 2030. Para el carbono negro, se mantiene el 2014 como año base y, aunque se han desarrollado mejoras en la obtención y consolidación de la información, así como ajustes metodológicos en el inventario, Colombia ha ratificado su compromiso en términos de toneladas absolutas reducidas para mantener la ambición comunicada originalmente. Los únicos cambios previstos en futuras comunicaciones se darán en función de mejoras en factores de emisión o datos de actividad, los cuales estarán enfocados bajo el mismo hilo metodológico, en línea con los principios de transparencia y exactitud del Acuerdo de París. En cuanto a la implementación, Colombia cuenta con un portafolio de 34 políticas, acciones y medidas (PAM) en su NDC 2.0, encaminadas a reducir las emisiones de GEI en función del cumplimiento de las metas planteadas en la NDC. Estas acciones se implementan con un enfoque multisectorial, orientado hacia las medidas de mitigación, y se reportan bajo una estructura de subordinación técnica donde las iniciativas territoriales y privadas tributan a las metas nacionales sectoriales.
Explique cómo se ha mantenido la coherencia entre los datos de GEI y las metodologías de estimación utilizadas para la contabilidad y el inventario de GEI de la Parte, de conformidad con el artículo 13, párrafo 7(a), del Acuerdo de París, si corresponde (párrafo 2(b) del anexo II a la decisión 4/CMA.1) y explicar las inconsistencias metodológicas con el informe del inventario nacional más reciente de la Parte, si corresponde (párrafo 76(c) de las MPG).	Colombia ha mantenido la coherencia entre los datos de GEI y las metodologías de estimación utilizadas en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), siguiendo las Directrices del IPCC 2006, con los refinamientos más recientes de 2019, para asegurar la transparencia y consistencia de los datos presentados. La coherencia en las metodologías se ha logrado al aplicar un enfoque sistemático para cada sector (energía, procesos industriales, agricultura, LULUCF, residuos) basado en las mejores prácticas internacionales, garantizando que las mismas metodologías sean utilizadas para todas las estimaciones en cada ciclo de reporte. La estructura actual del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (Singei), liderado por el Ideam, asegura la aplicación consistente de estas metodologías mediante un proceso estandarizado que incluye la recolección de datos de actividad y factores de emisión, su procesamiento y cálculo de emisiones, así como los análisis de incertidumbre. Este sistema de medición y reporte se alinea con las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Acuerdo de París, garantizando la consistencia y la transparencia de los datos en cada informe. El país utiliza el inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas como la fuente oficial para alimentar los indicadores de seguimiento del progreso de la NDC, particularmente, el Indicador 1 (Mitigación requerida para la meta) y el Indicador 4 (Presupuesto de carbono) con el componente de emisiones de GEI; y el indicador 3 (reducción de emisiones de carbono negro) con el componente de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio del inventario. De esta manera, se eliminan discrepancias entre la contabilidad nacional y el informe del inventario. En cuanto a las inconsistencias metodológicas con el informe más reciente del inventario, no se han identificado discrepancias sustanciales entre los datos agregados del inventario nacional más reciente y las metodologías empleadas para el seguimiento de la NDC. Sin embargo, en el proceso de actualización de los inventarios y mejora continua, se han implementado refinamientos que, si bien mejoran la exactitud, introducen variaciones técnicas

Requisito de presentación de informes	Descripción
	documentadas. Algunos sectores experimentaron pequeños ajustes metodológicos relacionados con el uso de factores de emisión más precisos y nuevas bases de datos de actividad. Estos ajustes fueron realizados para mejorar la exactitud de las estimaciones y no constituyen inconsistencias metodológicas sustanciales, sino más bien refinamientos necesarios para asegurar que las estimaciones sean lo más precisas posible. Asimismo, Colombia ha cerrado brechas metodológicas, incorporando factores de emisión Tier 2 inéditos para humedales y herbazales, utilizando un Método 3 (espacialmente explícito) basado en la metodología CORINE Land Cover, lo cual mejora la coherencia con la realidad biofísica del país frente a reportes previos que excluían estas categorías por vacíos de información (el detalle del desarrollo de esta información también se complementa en la sección 3.7 de este capítulo). Finalmente, para el BTR2 se realizó una reconstrucción integral de la serie 1990-2024 para el inventario de contaminantes criterio y carbono negro, unificando el árbol de categorías con el de GEI, e incluyendo el módulo de Procesos Industriales (IPPU). Esto genera una diferencia en los valores absolutos respecto a la contabilidad del indicador de carbono negro realizada en el BTR1. Estos ajustes metodológicos se documentaron de manera transparente en el apartado de "Recálculos y Mejoras" del INGEI 1990-2024, los cuales fueron realizados de acuerdo con las mejores prácticas y directrices internacionales, asegurando la coherencia con los informes previos y el cumplimiento con los requisitos del Acuerdo de París.
Para las Partes que aplican cambios técnicos para actualizar puntos de referencia, niveles de referencia o proyecciones, los cambios deben reflejar cualquiera de los siguientes (párrafo 2 d) del anexo II de la decisión 4/CMA.1): • Cambios técnicos relacionados con correcciones técnicas al inventario de la Parte (párrafo 2 d) i) del anexo II de la decisión 4/CMA.1) • Cambios técnicos relacionados con mejoras en la precisión que mantienen la coherencia metodológica (párr. 2 d) ii) del anexo II de la decisión 4/CMA.1)	No aplicable para las metas de mitigación de la NDC de Colombia dado que la meta de mitigación de GEI corresponde a un nivel fijo en un año determinado, así como la meta de control a la deforestación. En cuanto a la meta de reducción de carbono negro, no se ha modificado el año base con respecto al cual se definió la meta y se le hace seguimiento. No obstante, se implementaron mejoras en la obtención y consolidación de información para el inventario de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio, así como se incorporaron mejoras metodológicas, con miras al robustecimiento de la serie histórica inventariada. Se armonizaron las fuentes de información con las del Inventario Nacional de GEI (INGEI), mejorando la trazabilidad territorial y temporal. Como resultado, con base en lo reportado en el BTR1 el valor recalculado para el año base 2014 ascendió a 29.040 tCN. Colombia ha gestionado este cambio técnico ratificando su compromiso en términos de toneladas absolutas a reducir (6.130 t), garantizando que la mejora en la precisión del inventario no diluya el esfuerzo de mitigación comprometido originalmente. Estos ajustes no representan una alteración de la ambición climática, ni altera la coherencia metodológica del seguimiento a las metas, sino representan una optimización de la capacidad del país para monitorear y reportar sus emisiones de carbono negro de manera transparente bajo el Marco Reforzado de Transparencia. Por último, como se mencionó, en el proceso de actualización de los inventarios y mejora continua, se han implementado refinamientos que, si bien mejoran la exactitud, introducen variaciones técnicas documentadas en el apartado de "Recálculos y Mejoras" del INGEI 1990-2024. En lo referente a las proyecciones de emisiones de GEI, el país las comunica en este BTR2 con el propósito de mostrar las tendencias a futuro de las emisiones y absorciones de GEI. En cumplimiento estricto de lo establecido en el párrafo 93 de las MPG, el país establece que estas proyecciones no deben utilizarse para evaluar los progresos alcanzados en la aplicación y el cumplimiento de la NDC de Colombia, considerando las características, alcances y temporalidades definidas para las metas nacionales de mitigación. La evaluación del progreso se realiza exclusivamente mediante los indicadores de seguimiento basados en datos observados y no en trayectorias proyectadas. Finalmente, para realizar el seguimiento de los avances derivados de la aplicación de PAM sectoriales, Colombia ha adoptado metodologías para la estimación de reducciones, algunas basadas en enfoques del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL). En los casos en que estos métodos se basaron en la comparación con escenarios de referencia, se utilizó el escenario de referencia de la NDC, como base comparativa para integrar los resultados logrados en la narrativa técnica nacional,

Requisito de presentación de informes	Descripción
	con el fin de mantener la coherencia metodológica y la integridad del sistema nacional de contabilidad.
Explique cómo se informó, de manera transparente, cualquier cambio metodológico y actualización técnica realizada durante la implementación de su NDC (párrafo 2(e) del anexo II de la decisión 4/CMA.1).	El país ha establecido una distinción clara entre el periodo de implementación de la NDC 2.0 (2020–2030), objeto de seguimiento en el presente reporte, y la reciente comunicación ante la CMNUCC de la NDC 3.0 (2031–2035), en diciembre de 2025. Con base en esta diferenciación de marcos temporales de implementación, se aclara que no se han realizado cambios metodológicos ni actualizaciones técnicas durante la implementación de la NDC en este período de la NDC2.0. Y el enfoque metodológico del seguimiento sigue siendo consistente con las Directrices IPCC 2006 y los refinamientos de 2019. En la Sección 3.4.2 del presente capítulo, el país reporta las actualizaciones surtidas en el portafolio de mitigación, detallando cambios en denominación, alcance y metas sectoriales entre la NDC 2020 y la NDC 3.0. Medidas como "Movilidad Eléctrica" o "Eficiencia Energética" han refinado sus supuestos de modelación y potenciales de mitigación, debido a la disponibilidad de mejor información de base. Asimismo, se informó con transparencia el retiro de la medida "NAMA Desarrollo Orientado al Transporte (DOT)" debido a limitaciones en la articulación con gobiernos locales y falta de financiamiento, transformándose en una estrategia de guías técnicas liderada por el Ministerio de Transporte. Y, finalmente, se identificaron siete nuevas PAM integradas en la NDC 3.0 (como la "Estrategia integral para la reducción de emisiones del sector carbón") que, aunque pertenecen al próximo periodo de implementación y no son objeto de seguimiento en el presente reporte, se reportan para dar continuidad a la narrativa climática del país.
Esforzarse por incluir todas las categorías de emisiones o absorciones antropogénicas en la NDC y, una vez incluida una fuente, sumidero o actividad, continuar incluyéndola (párr. 12 c) de la decisión 4/CMA.1 y párrafo 3 del anexo II a la decisión 4/CMA.1):	
Explicar cómo se contabilizaron todas las categorías de emisiones y absorciones antropogénicas correspondientes a sus NDC (párrafo 3(a) del anexo II de la decisión 4/CMA.1).	Colombia ha contabilizado todas las categorías de emisiones y absorciones antropógenas de GEI correspondientes a su NDC mediante el uso del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), el cual cubre todas las fuentes y sumideros de GEI detallados en el INGEI 1990-2024, que a su vez corresponde con la cobertura de la meta nacional de mitigación de GEI, que abarca todas las fuentes de emisión y absorción contabilizadas dentro del Inventario, exceptuando las emisiones de combustibles usados en aviación internacional y transporte marítimo. Estas categorías incluyen las emisiones provenientes de los sectores de energía, procesos industriales, agricultura, uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF), residuos, y las absorciones de carbono en los bosques y otros sumideros naturales. Para garantizar la transparencia y coherencia en la contabilización, se han utilizado las metodologías del IPCC 2006, actualizadas con los refinamientos de 2019, que aseguran una estimación robusta y consistente de las emisiones y absorciones en cada sector. Para el presente ciclo de reporte en el BTR2, se ha utilizado la serie histórica actualizada 1990-2024. Las estimaciones de emisiones de GEI se han realizado a partir de los datos de actividad proporcionados por fuentes oficiales y entidades especializadas, y los factores de emisión más recientes, los cuales han sido ajustados según los avances y las mejores prácticas internacionales. Un avance significativo en la exhaustividad en el inventario es la incorporación de nuevas categorías en el sector LULUCF, a través del proyecto “coberturas de la tierra y mitigación de emisiones de GEI para la acción climática” detallado en la sección 3.7 del presente capítulo. Como resultado, los herbazales naturales han sido integrados en la categoría de Pastizales (4.C) y los humedales naturales en la categoría de Humedales (4.D), utilizando factores de emisión de nivel metodológico 2 (Tier 2) y datos de actividad obtenidos mediante un análisis espacialmente explícito (método 3), basados en la metodología CORINE Land Cover. En cuanto a la contabilidad de deforestación neta, se apoya en el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC). Este sistema proporciona datos de actividad de alta resolución (escala 1:100.000) procesados mediante protocolos de teledetección validados, garantizando la consistencia interna con el INGEI. La meta

Requisito de presentación de informes	Descripción
	de deforestación incluye las actividades de deforestación y regeneración, aunque esta última se reporta actualmente como "no estimada" (NE) hasta consolidar la validación de estos esfuerzos con monitoreo satelital o en campo, para garantizar su permanencia en el largo plazo. Información adicional sobre la cobertura de las metas nacionales de mitigación se presenta en la Sección 3.2, en los apartados específicos para cada meta. Como se detalla en la sección 3.1 del presente capítulo, el Ideam administra el Sistema Nacional de Inventarios de GEI (Singei) y el SCRR-GEI. Bajo estos sistemas, se han establecido arreglos institucionales y procedimentales que permiten que los datos de actividad provengan de fuentes oficiales y sean procesados bajo estrictos protocolos de control y aseguramiento de la calidad (QA/QC), minimizando riesgos de doble contabilidad y asegurando la integridad metodológica.
Explique cómo la Parte se esfuerza por incluir todas las categorías de emisiones y absorciones antropogénicas en su NDC y, una vez que se incluye una fuente, sumidero o actividad, continúa incluyéndola (párrafo 3(b) del anexo II de la decisión 4/CMA. 1)	El país se esfuerza por garantizar la integridad y exhaustividad de su NDC, mediante la inclusión de todas las categorías de emisiones y absorciones antropogénicas, fundamentadas en su INGEI, el cual es construido y desagregado según el árbol de categorías / subcategorías establecido por el IPCC. Para asegurar la coherencia técnica, el país ha homologado las categorías, subcategorías y actividades del INGEI con los compromisos de la NDC, permitiendo que el inventario nacional sea la fuente oficial y única para el seguimiento del progreso, y abarque el total de su contribución nacional. Así mismo, la última actualización de la NDC en 2020 incluyó 7 nuevas categorías de emisiones respecto a la anterior, debido a las mejoras y la disponibilidad de la información, por lo que estas ya se encuentran homologadas e incluidas tanto en el INGEI como en la NDC. De igual manera, Colombia no incluye todos los depósitos de carbono involucrados en algunas categorías en su última NDC debido a que existen vacíos en la información a nivel nacional que dificultan su estimación (factores de emisión), como lo es el caso de ecosistemas marino costeros asociados a carbono azul y páramos. Conforme al principio de "una vez incluida, siempre incluida", Colombia mantiene la cobertura de todos los sectores (Energía, IPPU, Agricultura, LULUCF y Residuos) y gases directos (CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC y SF_6) reportados en ciclos anteriores. No obstante, el país trabaja continuamente en el cierre de brechas de información para incorporar fuentes y sumideros que anteriormente no podían estimarse con robustez técnica. Ahora bien, se cuenta con un indicador de nivel fijo (Mitigación requerida para la meta – indicador 1) definido para el seguimiento del progreso de la meta de mitigación de GEI en la NDC, que toma como fuente principal de información el INGEI. Esto afirma que las mejoras en los datos y la información se encuentran incorporadas a través de este indicador. Como último, y en el marco de las reglas de contabilidad definidas por el país, se cuenta con la regla #8, cuyo fin es establecer que aquellas reducciones de emisiones o remociones de GEI cuya categoría correspondiente no haya sido incluida en el escenario de referencia de la NDC no serán consideradas dentro de la contabilidad nacional. Es decir, que aquellos resultados de mitigación alcanzados en categorías No Estimadas (NE) y No Aplicables (NA) según el informe NID, no serán contabilizadas.
Proporcione una explicación de por qué se excluye cualquier categoría de emisiones o absorciones antropogénicas (párr. 12 c) de la decisión 4/CMA.1 y párrafo 4 del anexo II de la decisión 4/CMA.1).	Colombia ha fundamentado la exclusión de ciertas categorías de emisiones y absorciones antropogénicas en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), basándose principalmente en la persistencia de vacíos de información técnica, limitaciones en la disponibilidad de datos de actividad y la necesidad de reducir la incertidumbre en las estimaciones. En la NDC de 2020 (NDC2.0), se indican las categorías que no fueron incluidas, las cuales se encuentran asociadas al sector LULUCF, principalmente. Las razones específicas para la exclusión de categorías se desglosan de la siguiente manera: • Persisten limitaciones técnicas para estimar con exactitud los flujos de carbono en depósitos específicos de carbono azul (ecosistemas marinos y costeros) y ecosistemas de alta montaña (páramos). Aunque el país ha avanzado en la caracterización de humedales naturales continentales, aún no se cuenta con factores de emisión nacionales o datos de actividad con suficiente resolución para los ecosistemas marinos y costeros, y los de alta montaña.

Requisito de presentación de informes	Descripción
	• Colombia no contabiliza las absorciones de CO_2 por el bosque natural que permanece como tal (categorías 4.A.1.a, 4.A.1.b y 4.A.1.c) hacia el cumplimiento de la meta de la NDC. Lo anterior se debe a que, bajo el enfoque actual, estas absorciones no se consideran directamente derivadas de la intervención humana gestionada, o bien, porque la modelación técnica de la NDC se enfoca en las transiciones de uso del suelo donde la gestión antrópica es verificable. • La categoría de asentamientos que permanecen como tales (4.E.1), que incluye el arbolado urbano, presenta información limitada sobre la magnitud de la cobertura y su capacidad de almacenamiento de carbono a nivel nacional. Los inventarios actuales están restringidos a espacios públicos en pocas ciudades principales, lo que impide una estimación nacional robusta y comparable. • Aunque el INGEI ha comenzado a reportar información sobre productos de la madera recolectada (4.G) y quema de biomasa (4.IV), estas categorías no se integraron en la meta de la NDC 2.0 debido a las altas incertidumbres metodológicas identificadas al momento de su formulación. En el caso específico del carbono negro, se excluyen los incendios forestales de la meta nacional debido a la dificultad para diferenciar causas antrópicas de naturales y la limitada capacidad de control directo sobre estos eventos. • Siguiendo los estándares de la CMNUCC, las emisiones provenientes de combustibles utilizados en la aviación y el transporte marítimo internacional se reportan de forma separada en el inventario y están explícitamente excluidas del alcance de la meta nacional de mitigación de la NDC. • En virtud de lo anterior, la NDC no incluye estas categorías en su cobertura de las metas de mitigación, hasta que no se presenten mejoras relacionadas con la información necesaria para reducir la incertidumbre de las estimaciones tanto en emisiones como en absorciones. Es importante destacar que el país ejecuta un plan de mejora continua que ya ha permitido reducir estas exclusiones. En este BTR2, se incorporan por primera vez los humedales naturales continentales y los herbazales naturales (dentro de Pastizales) en la contabilidad nacional, utilizando factores de emisión de Nivel 2 y datos de actividad con análisis espacialmente explícito (ver sección 3.7 de este capítulo). • Información adicional sobre la cobertura de la meta se presenta en la Sección 3.2.1.1 - "Meta nacional de mitigación de Gases de Efecto Invernadero".
Cada Parte que participa en enfoques cooperativos que implican el uso de ITMO (resultado de mitigación transferido internacionalmente) para lograr una NDC en virtud del Artículo 4, o autoriza el uso de resultados de mitigación para fines de mitigación internacionales distintos del logro de su NDC.	
Proporcionar información sobre cualquier metodología asociada con cualquier enfoque cooperativo que implique el uso de ITMO para una NDC conforme al Artículo 4 (párrafo 75(f) de las MPG).	El país no ha implementado, a la fecha, ningún enfoque cooperativo que involucre el uso o autorización para uso de resultados de mitigación de transferencia internacional (ITMOs) bajo los mecanismos de mercados del artículo 6 del Acuerdo de París, y hasta la fecha no ha transferido ningún ITMO. Al no haber implementado enfoques cooperativos bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París, ni haber utilizado o transferido ITMOs, el país no reporta metodologías específicas asociadas a este asunto para el presente periodo de reporte. No obstante, Colombia ha precisado en su NDC 3.0 (comunicada en diciembre de 2025) que reconoce voluntariamente los mecanismos del Artículo 6 (6.2, 6.4 y 6.8) como potenciales instrumentos de implementación, sujetos a capacidades institucionales y conveniencia nacional. En este sentido, el país mantiene una aproximación gradual y soberana respecto a los mecanismos del Artículo 6, estableciendo que cualquier desarrollo futuro dependerá de decisiones de política pública basadas en criterios de integridad ambiental y alineación con las prioridades nacionales.
Proporcionar información sobre cómo cada enfoque cooperativo promueve el desarrollo sostenible, de conformidad con las decisiones adoptadas por la CMA sobre el artículo 6 (párrafo 77(d)(iv) de las MPG).	

Requisito de presentación de informes	Descripción
Proporcionar información sobre cómo cada enfoque cooperativo garantiza la integridad ambiental de manera consistente con las decisiones adoptadas por la CMA sobre el Artículo 6 (párrafo 77(d)(iv) de las MPG).	
Proporcionar información sobre cómo cada enfoque cooperativo garantiza la transparencia, incluida la gobernanza, de conformidad con las decisiones adoptadas por la CMA sobre el artículo 6 (párrafo 77(d)(iv) de las MPG).	
Proporcionar información sobre cómo cada enfoque cooperativo aplica una contabilidad sólida para garantizar, entre otras cosas, evitar la doble contabilización, de conformidad con las decisiones adoptadas por la CMA sobre el artículo 6 (párrafo 77(d)(iv) de las MPG).	
Cualquier otra información compatible con las decisiones adoptadas por la CMA sobre la presentación de informes en virtud del artículo 6 (párrafo 77(d)(iii) de las MPG)	

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Descripción de qué manera se ha evitado el doble cómputo de las reducciones de las emisiones netas de GEI, en particular de conformidad con las orientaciones elaboradas en relación con el artículo 6 del acuerdo de parís.

Colombia ha establecido un conjunto de arreglos institucionales, herramientas técnicas y salvaguardas normativas orientadas a garantizar la integridad ambiental de los resultados de mitigación y evitar el doble conteo de las reducciones netas de emisiones de GEI. Este enfoque se fundamenta en la articulación del Sistema Nacional MRV, el Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI) y el Registro Nacional de Reducción de Emisiones (Renare), en coherencia con las directrices del Acuerdo de París y las MPG del Marco Reforzado de Transparencia.

A nivel nacional, la prevención de doble contabilidad es uno de los principios rectores del Sistema Nacional de MRV de mitigación. En el marco de su sistema MRV de mitigación a nivel nacional, se cuenta con los principios establecidos en el artículo 9 de la Resolución 1447 de 2018. Uno de estos es el de evitar doble contabilidad en cualquiera de los siguientes escenarios: contabilizar una tCO_2eq más de una vez para demostrar el cumplimiento de una misma meta de mitigación de GEI; para la obtención de remuneraciones, beneficios o incentivos; o cuando esta tCO_2eq es verificada, certificada o acreditada a través de la implementación de más de una iniciativa de mitigación. Para ello, no sólo el gobierno nacional, sino los demás actores involucrados deben cumplir los criterios y lineamientos establecidos en dicha resolución.

También en el marco del Sistema MRV de mitigación a nivel nacional, el SCRR-GEI, administrado por el Ideam y en coordinación con el Minambiente, establece metodologías, reglas de contabilidad y protocolos de calidad que garantizan que cada reducción o remoción de GEI sea cuantificada una sola vez, utilizando datos de actividad coherentes con el Inventario Nacional de GEI y factores de emisión alineados con las directrices del IPCC. Bajo el SCRR-GEI, el país cuenta con un conjunto de reglas de contabilidad, que plantea salvaguardas explícitas frente al doble conteo. En particular, estas reglas definen criterios explícitos para evitar la doble contabilidad entre sectores, iniciativas e instrumentos, incluyendo la asignación única por sector cartera según acuerdos intersectoriales y la homologación de categorías a sectores IPCC (Reglas 1–3), la obligatoriedad de resolver traslapes no compatibles antes de contabilizar resultados (Regla 6) y la aplicación de ajustes correspondientes en caso de autorización de transferencias internacionales de resultados de mitigación (Regla 7). Asimismo, incorporan principios transversales del sistema MRV, como consistencia, exactitud, transparencia, exhaustividad y trazabilidad, que aseguran que cada tonelada de CO_2eq sea contabilizada una sola vez y de forma verificable.

El Sistema MRV de mitigación, a su vez, se complementa con el Registro Nacional de Reducción de Emisiones de GEI (Renare), que constituye el instrumento oficial para el registro, seguimiento y estandarización de iniciativas de mitigación a nivel nacional. Este registro, reglamentado mediante el artículo 175 de la Ley 1753 de 2015 y modificado por el artículo 230 de la Ley 2294 de 2023, opera como una plataforma que asegura la identificación única de las iniciativas y de los resultados generados, evitando la duplicidad de registros y fortaleciendo la trazabilidad de las reducciones. Su administración y características fueron reglamentadas junto con el Sistema MRV de mitigación, mediante la Resolución 1447 de 2018, y sus modificaciones parciales en las Resoluciones 831 de 2020 y 418 de 2024. Allí se establecen principios y lineamientos respecto a la forma en la que se formulan las iniciativas de mitigación de GEI, su monitoreo, reporte y verificación, con el fin de hacer que los resultados de estas iniciativas sean transparentes, confiables, verídicos, comparables y, así mismo, puedan aportar al cumplimiento de metas para mitigar el cambio climático. Asimismo, los instrumentos económicos domésticos (como el impuesto al carbono con su mecanismo de no causación implementado, y el PNCTE bajo reglamentación) toman en cuenta la reglamentación mencionada en lo relativo con los proyectos de mitigación que se admiten para uso bajo estos instrumentos, de manera complementaria a la reglamentación específica aplicable.

Así mismo, para evitar el doble cómputo de las reducciones de emisiones netas de GEI que se estiman desde el ejercicio de la modelación, el país hace uso de las buenas prácticas en estimación de emisiones y absorciones que hace el IPCC y que se aplican a nivel nacional para la estimación del inventario nacional de GEI para cada una de las subcategorías contabilizas. También se emplea un enfoque de modelación que centraliza la contabilidad de emisiones a partir de la integración de los datos de actividad de las diferentes subcategorías y su proyección a partir de los drivers de crecimiento relevantes para cada sector, lo que permite agregar los efectos directos e indirectos de las medidas de mitigación para cada categoría de emisión.

La modelación agregada permite también minimizar el riesgo de doble contabilidad asociado a la mitigación directa estimada para aquellas medidas que afectan una misma categoría de emisión, ya que el sistema empleado permite, en función de la priorización que se ha asignado a las medidas de mitigación, contabilizar únicamente el efecto de mitigación de la medida de mayor jerarquía.

En aras de fortalecer las herramientas actuales para evitar la doble contabilidad tanto desde la estimación de emisiones y absorciones, como desde la cuantificación de reducciones alcanzadas, el país ha desarrollado análisis de interacción entre las medidas de mitigación con el fin de identificar efectos de primer y segundo orden entre cada una de las PAM. La metodología empleada y los resultados obtenidos se detallan en la sección 3.4.1, donde se identifican las interacciones con alto riesgo de doble contabilidad que están relacionadas con

las áreas en restauración donde se encuentran las medidas de restauración ecológica, NAMA panela y NAMA bovina sostenible; aquellas relacionadas con el consumo de energía a nivel institucional con una interacción entre las medidas de distritos térmicos y construcción sostenible; aquellas relacionadas con la demanda de energía de la industria como las medidas de eficiencia energética para este sector, desarrollo integral de ladrilleras y producción sostenible de cemento; finalmente aquellas asociadas con generación de electricidad como las medidas de eficiencia energética en el sector energía y generación eléctrica.

Dado que el país cuenta con un amplio portafolio de mitigación, muchas medidas coinciden en actividades que impactan una misma categoría del inventario nacional de GEI y, por lo tanto, corren el riesgo de generar un doble conteo de las reducciones de emisiones como parte de su implementación. Para estos casos, el SCRR-GEI ha realizado una rigurosa revisión de cada una de las medidas, lo que le ha permitido generar alertas tempranas sobre aquellas que podrían generar resultados de mitigación de manera concomitante con otras.

Para el presente reporte, el país presentó la cuantificación de sus resultados de mitigación (reducciones de emisiones) para 14 PAM, de las cuales, cuatro de ellas, presentan actividades relacionadas con la reducción de emisiones derivadas del consumo de energía eléctrica por lo que estas medidas se encuentran agrupadas dentro del sector energía (ver sección 3.4.3.1). Dado que, para tres de estas cuatro medidas, las reducciones de emisiones por consumo de electricidad son reducciones indirectas, estas reducciones de emisiones solo se contabilizan en la medida denominada “Generación eléctrica” (ver sección 3.4.3.1.4) con el propósito de evitar la doble contabilidad. En la sección 3.4.4 se presenta el consolidado de reducciones de emisiones de las 14 PAM reportadas con resultados y dentro de estas, se identifican aquellas del sector energía con riesgo de doble conteo por emisiones indirectas. Como partida informativa, se indica entre paréntesis las reducciones de emisiones generadas por las medidas por efecto del ahorro en el consumo de electricidad, pero no sumadas a sus resultados específicos.

Las restantes diez medidas que se reportan no presentan interacciones que pudieran implicar un doble cómputo de las reducciones logradas. No obstante, el país enfrenta desafíos metodológicos para identificar y evitar el doble conteo en medidas que no reportaron reducciones de emisiones para el presente período por lo que esto será un área de mejora para abordar en futuros reportes.

Respecto al Artículo 6 del Acuerdo de París, Colombia no ha implementado hasta la fecha enfoques cooperativos que involucren el uso de resultados de mitigación de transferencia internacional (ITMOs), ni ha autorizado transferencias internacionales de resultados de mitigación. En este contexto, no se han requerido la aplicación de ajustes correspondientes, por lo que la totalidad de las reducciones de emisiones generadas en el territorio nacional son contabilizadas únicamente hacia el cumplimiento de la NDC del país.

No obstante, el país reconoce los mecanismos del Artículo 6 (6.2, 6.4 y 6.8) como instrumentos potenciales de implementación, bajo un enfoque gradual, soberano y condicionado a criterios de integridad ambiental, coherencia con los instrumentos domésticos y alineación con las prioridades nacionales. En este sentido, en caso de una eventual participación en enfoques cooperativos, Colombia prevé utilizar su arquitectura institucional existente y la complementaria que considere pertinente para garantizar la aplicación de ajustes correspondientes, la transparencia en el seguimiento de las transferencias y la prevención del doble conteo, en conformidad con la orientación internacional aplicable. Por su parte, el país prioriza la implementación de enfoques no basados en el mercado (Artículo 6.8), los cuales, al no implicar transferencias internacionales de resultados de mitigación, contribuyen a minimizar riesgos de doble conteo y refuerzan el principio de soberanía sobre las reducciones logradas en el territorio nacional. Para más información sobre los avances del país para evitar el doble conteo de las reducciones netas de emisiones de GEI en relación con el artículo 6 consultar el numeral 3.1.3.4 "Arreglos institucionales y marco normativo para el seguimiento de los resultados de mitigación de transferencia internacional" del presente BTR.

Como parte de este sistema MRV de mitigación, el INGEI es sometido a controles de calidad y revisiones externas que verifican de manera independiente los datos y que están alineadas con las directrices del IPCC, el Manual para la revisión nacional inventarios de gases de efecto invernadero y la Guía técnica para la elaboración de inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos conjunta EMEP/EEA 2019, lo que asegura que la información reportada sea única en cada categoría y evite el doble computo. Bajo esta lógica, el país también ha venido avanzando en el establecimiento de una homologación de las emisiones de GEI entre categorías IPCC y los diferentes sectores cartera con los que cuenta el país. Esto con el fin de definir responsabilidades a los actores a cargo de la implementación; así como se ha adoptado un enfoque diferencial al interior de los inventarios nacionales de GEI en donde se discriminan las emisiones de las absorciones para evitar la doble contabilidad a la luz de estos inventarios. Lo anterior, aplica para los indicadores 1 y 3 definidos anteriormente (secciones 3.3.1.1 y 3.3.1.3).

Por su parte, el SMByC, que también hace parte del Sistema MRV de acciones de mitigación a nivel nacional, cuenta con herramientas y procedimientos semi automatizados para la detección de cambios en la superficie de bosque y de la deforestación en Colombia a través de los cuales se identifican y asignan, a cada píxel o unidad de observación, la clase de Bosque Estable, Deforestación, Regeneración, No Bosque Estable o Sin Información. Esta información es insumo para el indicador 2, como se detalla en el numeral 3.3.1.2. Con fines de su robustez, transparencia y coherencia, el SMByC implementa los criterios de la decisión 1 /CP16, relacionada con la adopción de un sistema de monitoreo forestal robusto y transparente para el monitoreo y reporte; y la decisión 11/CP19, respecto a la

coherencia y transparencia a lo largo del tiempo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

3.3.4. Impactos socioeconómicos de las medidas de respuesta

En relación con lo dispuesto en el párrafo 78 del anexo III de la decisión 18/CMA.1 (MPG), Colombia informa que su NDC2.0 integra compromisos tanto de mitigación como de adaptación, destacando la importancia de fortalecer la resiliencia climática y reducir las vulnerabilidades en diversos sectores. Sin embargo, aunque se reconocen los vínculos entre ambos enfoques, las medidas de adaptación incluidas en la NDC que corresponden a la Comunicación en Adaptación del país, no han sido estructuradas bajo un enfoque orientado a generar cobeneficios de mitigación que suplan dicho componente conforme al artículo 4.7 del Acuerdo de París. En consecuencia, las disposiciones específicas, relativas al seguimiento de dichos beneficios secundarios de mitigación derivados de las medidas de adaptación, no resultan directamente aplicables.

No obstante, Colombia ha avanzado en el análisis de impactos socioeconómicos asociados a la implementación de medidas climáticas29, particularmente en el marco de la NDC 3.0. Lo anterior, permite aportar información relevante que se alinea parcialmente con los elementos solicitados en el párrafo 78 de las MPG, en el contexto de las medidas de respuesta. Con base en la NDC 3.0, las medidas climáticas se concentran en sectores estratégicos como Agricultura, LULUCF, energía, industria, transporte, vivienda, residuos, agua y salud, los cuales estructuran la acción climática nacional y las transformaciones necesarias hacia una economía baja en carbono y resiliente.

Adicionalmente, en el marco del análisis que se encuentra en desarrollo, se han identificado un conjunto de 101 medidas climáticas, de las cuales se priorizan acciones en eficiencia energética, movilidad eléctrica, gestión de residuos, restauración ecológica, reducción de deforestación y transformación productiva sectorial. Estos sectores también se encuentran en continuidad con la NDC 2.0 (2020), que consolidó la acción climática a través de instrumentos sectoriales como los PIGCCS y PIGCCT, integrando la gestión del cambio climático en la planificación económica y territorial.

Colombia reconoce que la implementación de medidas climáticas genera efectos tanto positivos como adversos sobre variables sociales y económicas. De acuerdo con el análisis en curso, se identifican impactos en empleo, reconversión

29 El país se encuentra en desarrollo de la consultoría que CAEM ejecuta con la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), con el propósito de identificar, anticipar y caracterizar los impactos positivos y adversos de las medidas de respuesta de la NDC 3.0 desde tres dimensiones complementarias: ambiental, económica y social. Si bien este estudio se encuentra aún en ejecución, se presentan resultados preliminares.

laboral, productividad, competitividad sectorial, inversión y distribución de ingresos. También se destacan efectos territoriales diferenciados, incluyendo riesgos para poblaciones vulnerables y oportunidades de empleo verde y transición justa. En coherencia, la NDC 3.0 incorpora explícitamente los enfoques de justicia climática y transición justa, reconociendo que la acción climática implica transformaciones estructurales que afectan mercados laborales, sistemas productivos y medios de vida, y que deben gestionarse de forma equitativa. Desde la NDC 2.0, ya se reconocía que la transición hacia una economía baja en carbono puede generar impactos significativos en la fuerza laboral y en las condiciones socioeconómicas, lo que motivó el desarrollo de estrategias de transición laboral justa y mecanismos de protección social. En particular, se espera que el análisis en desarrollo permita evaluar los impactos económicos de las medidas de la NDC, que incluye evaluación de empleo verde y reconversión laboral; análisis de productividad y competitividad sectorial; estimaciones de costos de inversión y operación (CAPEX y OPEX); evaluación de efectos distributivos a nivel territorial y por grupos de ingreso; y consideraciones de transición justa y condiciones habilitantes institucionales.

Entre los principales desafíos y barreras identificados para abordar las consecuencias, se encuentran limitaciones en la disponibilidad y calidad de información para cuantificar impactos socioeconómicos de manera integral. Asimismo, brechas en capacidades técnicas e institucionales para el análisis integrado de dimensiones ambientales, sociales y económicas; riesgos de impactos distributivos desiguales entre territorios, sectores y grupos poblacionales; y necesidad de articulación interinstitucional para implementar enfoques de transición justa y participación efectiva. Metodologías avanzadas (como modelos de equilibrio general o matrices insumo-producto) dependen de la disponibilidad de datos suficientes, lo que constituye una limitación relevante para la evaluación completa de impactos. Además, la NDC 3.0 identifica como reto central asegurar que la transición climática no profundice desigualdades existentes y garantice inclusión social, equidad territorial y participación de actores vulnerables.

Colombia ha adoptado múltiples acciones para gestionar las consecuencias sociales y económicas de las medidas de respuesta. Se destaca la integración de la transición justa como eje estructural de la NDC 3.0, incluyendo reconversión laboral, diversificación económica y protección social. A su vez, desde la NDC 2.0, se incorporaron enfoques de derechos humanos, género y participación en la planificación climática; y el fortalecimiento de instrumentos de planificación como PIGCCS, PNACC y la Estrategia de Largo Plazo E2050, que articulan la acción climática con el desarrollo sostenible. Además, el actual desarrollo de marco metodológico para la evaluación en curso relacionada con impactos ambientales, económicos y sociales de las medidas climáticas, incluyendo indicadores de empleo, pobreza, competitividad y bienestar.

En este sentido, aunque las NDC de Colombia no están estructuradas bajo el enfoque específico de cobeneficios de mitigación derivados de sus acciones de adaptación, ni enfocadas en planes de diversificación económica, el país ha desarrollado avances sustantivos en la identificación, análisis y gestión de los impactos socioeconómicos de las medidas climáticas. Estos avances, particularmente reflejados en la NDC 3.0 y en los análisis en desarrollo de medidas de respuesta, permiten aportar información relevante y en evolución hacia el fortalecimiento del monitoreo integral de la transición climática, en línea con los principios del Marco de Transparencia Reforzado del Acuerdo de París.

3.4. Políticas, medidas, acciones y planes de mitigación, incluidos aquellos con beneficios secundarios de mitigación derivados de medidas de adaptación y/o planes de diversificación económica, relacionados con la aplicación y el cumplimiento de una contribución determinada a nivel nacional en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París

En diciembre de 2020, Colombia presentó ante la CMNUCC su actualización de la Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional que fue comunicada en 2015, la cual se encuentra conformada por un portafolio de 34 políticas, medidas y acciones (PAM) de alcance nacional, las cuales son alimentadas y soportadas por medidas de alcance territorial (subnacional) y de nivel corporativo. De estas 34 medidas nacionales, tres son específicas para el cumplimiento de la meta de carbono negro.

Como fue indicado previamente, las 34 PAM de alcance nacional recogen medidas y actividades que se desarrollan a nivel territorial y que, en su conjunto, contribuyen con la meta nacional a la cual se subordinan. Estas acciones provienen, en su mayoría, de los Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS) y Territoriales (PIGCCT), así como de proyectos de sostenibilidad en ciudades, todos respaldados por actores clave como gobernaciones, alcaldías, Corporaciones Autónomas Regionales y sector privado. En virtud de lo que establece la Ley 1931 de 2018 (art. 8°), las entidades territoriales deberán incorporar la gestión del cambio climático a través de los PIGCCT, los cuales supeditan la implementación de sus medidas de mitigación a las directrices definidas en los PIGCCS (art. 8°, parágrafo 2)30. En consideración a que la estructura de reporte de los resultados de mitigación está en función de las metas nacionales sectoriales que han sido dispuestas en la Contribución

30 Ley 1931 de 2018. Disponible en: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765

Determinada a Nivel Nacional (NDC), las metas nacionales sectoriales deben ser consideradas el principal nivel de reporte y, por tal razón, se establece un deber de subordinación por parte de las iniciativas que se generen y se implementen por parte de los distintos niveles territoriales, tal como lo indica la Política Nacional de Cambio Climático (2017) y la Ley 1931 de 2018 (art.8°) (Ver Figura 3-36).



Figura 3-36. Reporte de los resultados de mitigación en las diferentes escalas de implementación.

Fuente: Elaboración propia

En virtud de lo anterior, debe reiterarse que las 34 PAM de alcance nacional constituyen un marco general para la implementación de las medidas de mitigación que se ejecutan territorialmente y que, la suma de esfuerzos de las medidas territoriales constituye una única contribución a la meta nacional que se hace patente a través de las PAM de alcance nacional[31]. En el documento de Relación entre las medidas de mitigación sectoriales, territoriales y privadas de la NDC 3.0, se presenta el anidamiento de algunas medidas territoriales entre su correspondiente medida sectorial.

El país cuenta con 89 medidas territoriales y se complementan con 24 metas corporativas de empresas comprometidas con la NDC. Vale la pena resaltar que

31 De conformidad con la observación hecha en el TERR.1 que evaluó el BTR1 del país, se efectúa una explicación más detallada sobre las PAM nacionales especificadas en su NDC. Ver comentario ID 11.1. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/terr1_2024_COLa01.pdf

estas medidas fueron formalizadas mediante la Ley de Acción Climática 2169 de 2021.

En esta sección se efectúa la descripción de las 34 PAM sectoriales de la NDC seleccionadas por su alto potencial de reducción de GEI y su rol estratégico como acciones "sombrilla", que integran y articulan iniciativas territoriales y empresariales. Estas medidas también son fundamentales porque hacen parte de los escenarios de mitigación proyectados para el país. De igual forma, el presente reporte incorpora los avances cuantitativos de la mitigación de 14 medidas que componen el portafolio nacional, y se presenta una sinopsis descriptiva de siete nuevas PAM que ingresaron en virtud de la NDC actualizada, comunicada en 2025 (NDC 3.0). Así mismo, se describen las 3 acciones específicas para la reducción de carbono negro.

Es importante mencionar que Colombia continúa avanzando en la consolidación de un portafolio de acciones ambiciosas que impulsen las transformaciones necesarias para alcanzar las metas de la NDC, la carbono neutralidad y la resiliencia climática en 2050. Este proceso incluye la identificación de nuevas acciones, el incremento de la ambición de las existentes, su implementación y la promoción de transiciones justas y participativas. Dichas transiciones buscan fomentar la paz total y el desarrollo sostenible, promover oportunidades económicas que reduzcan la dependencia de combustibles fósiles, y avanzar hacia la seguridad alimentaria, la reindustrialización y el desarrollo científico y tecnológico del país.

3.4.1. Interacción entre medidas y efectos de segundo orden

Los riesgos de doble contabilidad en el marco del presente BTR son interpretados como la interacción de dos o más acciones de mitigación que compiten por el mismo potencial de mitigación al actuar sobre la misma fuente de emisiones o absorciones. Estos riesgos o efectos de primer orden se centran en los cambios directos que produce la medida, y pueden identificarse tanto desde el análisis de los alcances e hitos de implementación descritos para cada medida, así como desde la forma en la que los hitos fueron modelados para cuantificar su potencial estimado de mitigación. Asimismo, la implementación de medidas puede generar una modificación del estado del sistema modelado, provocando cambios indirectos que alteran las tendencias proyectadas en el escenario de referencia o la efectividad de otras acciones de mitigación, sin que esto implique una competencia directa por el mismo potencial de mitigación.

Para el análisis de ambos efectos se desarrolló una matriz de análisis de interacción entre las medidas de mitigación con el propósito de identificar si dos medidas pueden interactuar de manera que existan riesgos de doble

contabilidad o efectos de segundo orden. En el primer caso el análisis partió de la interpretación de los alcances descritos para cada medida de mitigación, identificando preliminarmente aquellas interacciones con alto riesgo. Posteriormente, el análisis se complementó con la revisión de la interacción en la modelación, identificando los alcances en contabilidad de cada medida.

Por su parte, el análisis de efectos de segundo orden se basó en los alcances descritos y modelados de cada medida, identificando la existencia de interacciones indirectas que puedan afectar el potencial de mitigación de medidas individuales. Si bien se entiende que existen efectos de segundo orden que pueden incrementar la tendencia de las emisiones proyectadas en el escenario de referencia para categorías de emisión no afectadas por medidas de mitigación, el uso de la matriz de análisis de interacción limita la evaluación a la interacción entre medidas con otras categorías.

En la Tabla 3-23 se resumen aquellas medidas para las que existe un riesgo de doble contabilidad, identificado tanto desde el análisis descriptivo como desde la modelación.

Tabla 3-23. Alcance de la interacción entre PAM de la NDC 2.0.

MEDIDAS QUE INTERACTÚAN ENTRE SI	DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LA INTERACCIÓN
Restauración ecológica y Estrategia integral del subsector panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva (NAMA Panela)	En el modelo NDC3.0, la medida de restauración se contabiliza en la categoría 4A2a cultivos convertidos en tierras forestales, allí modifica la tasa de absorción en biomasa, materia orgánica muerta y suelos en las cinco regiones modeladas (Amazonia, Andes, Caribe, Orinoquía y Pacífico). Por su parte, la NAMA panela se contabiliza igualmente en la categoría 4A2a, modificando las absorciones de biomasa, Materia Orgánica Muerta (MOM) y suelos en la región pacífica únicamente.
Restauración ecológica y NAMA de ganadería bovina sostenible.	En el modelo de la NDC3.0, la medida de restauración se contabiliza en la categoría 4A2a cultivos convertidos en tierras forestales. Por su parte, la acción de manejo de pasturas que hace parte de la NAMA ganadería bovina sostenible se contabiliza en la categoría 4A2b pastizales convertidos en tierras forestales y 4C1 pastizales que permanecen como tales. En el primer caso, incrementa las absorciones por biomasa, MOM y suelos en las cinco regiones modeladas; mientras que, en el segundo, incrementa las absorciones por biomasa. Aunque desde la modelación no se considera un riesgo de doble contabilidad, se reconoce que, en la práctica, la restauración ecológica se da en diferentes tipos de coberturas, incluido los pastizales, por lo que en la estimación de reducciones alcanzadas será necesario implementar las reglas específicas para evitar la doble contabilidad.
Promoción de distritos térmicos para la sustitución de sistemas de enfriamiento en ciudades y Construcción sostenible.	En el modelo NDC3.0, la medida de distritos térmicos se contabiliza en la categoría 1A4a comercial institucional, en particular, consumo en el sector público donde se incrementa la participación de distritos térmicos eléctricos y mixtos para suministro energético en refrigeración. La medida de construcción sostenible se contabiliza en las categorías 1A4a comercial institucional, a nivel comercial y público en calor directo, iluminación, fuerza motriz y refrigeración, también se contabilizan emisiones en la categoría 1A4b, demanda energética residencial urbana, para usos en calentamiento de agua, iluminación, refrigeración y fuerza motriz. En particular se identifica un riesgo de doble contabilidad en la demanda energética en refrigeración / aire acondicionado a nivel público.

MEDIDAS QUE INTERACTÚAN ENTRE SI	DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LA INTERACCIÓN
	Es de resaltar que la medida de distritos térmicos modifica la intensidad energética útil mientras que la medida de construcción sostenible incrementa la participación de tecnologías más eficientes.
Promoción de proyectos de gestión de la energía y la eficiencia energética en el sector industria; y las medidas de Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras, y Procesos de producción sostenible en el sector cemento.	Las emisiones de eficiencia energética en la industria se contabilizan en la categoría 1A2 industria, donde se modifica el incremento en la participación de tecnologías que representan una mejor eficiencia para diferentes subsectores. Las emisiones de desarrollo de ladrilleras y procesos de producción sostenible de cemento se contabilizan en la categoría 1A2f minerales no metálicos para demanda por calor directo debida a carbón mineral, gas natural y coque, presentando un alto riesgo de doble contabilidad entre ellas. Adicionalmente, desde la modelación se identifica riesgo de doble contabilidad con la medida de eficiencia energética en la industria por afectar la categoría de nivel superior (1A2). La medida de desarrollo de ladrilleras adicionalmente se contabiliza en las categorías de leña y carbón de leña.
Eficiencia energética y Generación eléctrica.	La medida de eficiencia energética se contabiliza en la categoría 1A1a generación de electricidad del Sistema Interconectado Nacional -SIN (medida eficiencia en generadores térmicos), en la categoría 1A1ciii extracción de carbón (medida eficiencia energética en la minería) y en la categoría 1A1b refinación de petróleo (medida eficiencia energética en hidrocarburos). La medida de generación eléctrica se contabiliza en la categoría 1A1a generación de electricidad del SIN, desde las capacidades exógenas y las disponibilidades máximas de los diferentes energéticos que participan en la distribución. Es decir que existe un riesgo de doble contabilidad entre la generación eléctrica y la eficiencia en generadores térmicos.

Fuente: Elaboración propia

Es necesario mencionar que, desde el enfoque de análisis de los alcances descritos para las medidas, se identificaron interacciones que, si bien no tienen un riesgo de doble contabilidad desde la modelación, en el ejercicio de su implementación y la estimación de reducciones alcanzadas requerirán un análisis más detallado y la definición de condiciones para evitar la doble contabilidad. Se incluyen en este grupo las interacciones entre:

- Promoción de distritos térmicos para la sustitución de sistemas de enfriamiento en ciudades, y las medidas de Eficiencia energética, Generación eléctrica, Promoción de proyectos de gestión de la energía y la eficiencia energética en el sector industria, y NAMA para el sector de refrigeración doméstica en Colombia. En este grupo se observa que la interacción se presenta como consecuencia de los objetivos que persiguen dichas medidas, las cuales se enfocan en lograr resultados de mitigación a partir de actividades de eficiencia energética.
- Gestión de la demanda, con las medidas Promoción de proyectos de gestión de la energía y la eficiencia energética en el sector industria, y Procesos de producción sostenible en el sector cemento. La eficiencia energética en la industria y la producción sostenible de cemento buscan reducir los consumos de electricidad y combustibles fósiles de varios subsectores productivos, lo que puede tener un impacto en la demanda

agregada de energía de la industria, que es el efecto final que se busca con la medida "Gestión de la demanda" de sector energía.

- Gestión de proyectos para mejora de las operaciones logísticas y manejo de productos en centros de abastecimiento y Cambio a modo transporte de carga carretero a fluvial Río Magdalena. La primera medida fundamenta su mitigación en la disminución del uso de combustibles asociados a una movilización más eficiente por medios de transporte automotor a medios alternativos y de menor intensidad de carbono para cumplir con las operaciones, lo que podría tener una interacción con la medida de transporte fluvial puesto que el cambio modal es una de las opciones consideradas dentro de la primera medida.
- Movilidad eléctrica y Fondo para la promoción del ascenso tecnológico – Fopat. La medida Fopat busca incentivar la renovación del transporte de carga superior a 10 toneladas y con antigüedades superiores a 20 años. Es previsible que algunos vehículos de carga que hagan parte de este programa pertenezcan al sector de vehículos de carga eléctricos, lo que hace que ese segmento pueda traslaparse con los efectos alcanzados por la medida "Movilidad eléctrica" del sector transporte.

Para evitar la doble contabilidad en la cuantificación de reducciones estimadas por la implementación de acciones de mitigación, el país comunica las estimaciones proyectadas por medida (en la modelación), resaltando que el potencial agregado no puede obtenerse sumando los potenciales individuales de las medidas por la existencia de efectos de primer y segundo orden. Además, hace uso de un escenario que agrega los impactos de las medidas individuales, lo que permite incluir los efectos de segundo orden y evitar los efectos de primer orden, al considerar únicamente los cambios de la medida de mayor jerarquía, según el orden asignado en el escenario agregado. Esto último se hace desde la estructura de análisis definida para el software LEAP, que centraliza los resultados de las acciones de mitigación.

Por otro lado, los efectos de segundo orden incluyeron cambios en la demanda agregada, cambios en la operación de la oferta de energía, y reducción de la base de aplicación de otras medidas, los cuales se detallan de la siguiente manera:

- Cambios en la demanda agregada de energía. Producto de la modificación de la demanda de electricidad y/o combustibles fósiles por medidas de eficiencia energética o sustitución de combustibles, afecta indirectamente la base para las medidas en la oferta energética. Ejemplos de estas medidas son: eficiencia energética, electrificación del transporte, eficiencia en cemento, eficiencia en generación, promoción de distritos térmicos, y logística, entre otros.
- Cambios en la operación de la oferta de energía (sistemas eléctricos, hidrocarburos, minería). Producto de transformaciones en variables clave de la operación en la generación eléctrica (eficiencia en plantas térmicas, diversificación de la matriz, y respuesta a la demanda), en hidrocarburos

(eficiencia energética y reducción de emisiones fugitivas), y minería (eficiencia energética) parámetros de operación en la oferta de la demanda de electricidad y/o combustibles fósiles, o la disponibilidad de energéticos como el biogás de rellenos sanitarios. Ejemplos de estas medidas incluyen: diversificación de la matriz, respuesta a la demanda, eficiencia en generación, emisiones fugitivas, entre otros.

- Reducción de las bases de aplicación de otras medidas. Producto de la modificación generada por la implementación de una medida que reduce la actividad, consumo o emisiones sobre las cuales actúan otras medidas de mitigación. Se incluyen, por ejemplo, las medidas de: gestión de la demanda, logística, renovación de flota, movilidad eléctrica, cambio modal, y aprovechamiento de biogás.

3.4.2. Actualizaciones ocurridas de las PAM analizadas

Como fue advertido en el primer BTR, algunas medidas sectoriales fueron modificadas en denominación y alcance (e.g. medidas del sector transporte). En la Tabla 3-24 se efectúa una síntesis comparativa de las medidas presentadas tanto en la NDC 2020 como en la NDC 3.0, recientemente comunicada por el país, y las modificaciones o actualizaciones ocurridas. Debe señalarse que la referencia a las actualizaciones solo tiene como propósito presentar un panorama de las modificaciones en términos de denominación, alcance, hitos y metas; pero no deben ser consideradas como parte de la evaluación del cumplimiento de lo establecido para cada una de ellas en la NDC actualizada de 2020, puesto que en ese caso deberá primar la información registrada en dicha NDC.

Al igual que se precisó en la sección 3.2 del presente capítulo, la NDC3.0 comprende un marco temporal de implementación desde el 1 de enero de 2031 al 31 de diciembre de 2035; mientras que el periodo de implementación de la NDC 2.0 (o NDC 2020) es desde 2020 hasta 2030, con metas puntuales en el 2030. Bajo este entendido, la Tabla 3-24 sintetiza las modificaciones ocurridas a cada medida y se incorporan las medidas nuevas que fueron incluidas en la NDC 3.0. La información se presenta en función de los sectores ministeriales bajo cuya responsabilidad está la implementación del portafolio de medidas. En este contexto, es importante aclarar que el presente BTR realiza seguimiento a los avances del periodo correspondiente a la NDC2.0 (2020–2030) y, por tanto, a las medidas que esta contiene.

Tabla 3-24. Modificaciones y actualizaciones de las medidas de mitigación.

Sector cartera	NDC 2020	NDC 3.0	Modificación / actualización
Agricultura	NAMA ganadería bovina sostenible	NAMA ganadería bovina sostenible	*Incrementa el potencial de mitigación en 2035 en un 58% respecto a la meta propuesta para 2030.

Sector cartera	NDC 2020	NDC 3.0	Modificación / actualización
	Desarrollo y consolidación de la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales	Desarrollo y consolidación de la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales como contribución a la captura de GEI	*Amplia su denominación. *Se plantea la meta en 2030 en número de hectáreas plantadas acumuladas (818.000 ha). *Se plantea la meta en 2035 en hectáreas acumuladas (954.405 ha) implicando un aumento del 16,6% respecto a 2030. *Variación en el potencial de mitigación por efecto de mejoras metodológicas y de información de base.
	Estrategias de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida de la producción de cacao	Estrategias de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida de la producción de cacao	*La NDC3.0 especifica 31.475 ha para renovación y rehabilitación para esta medida en 2030, lo cual coincide con la explicación que da la NDC 2.0, que acoge el estudio realizado por CIAT-USDA (2019) y el Plan Nacional Cacaotero. Dichas áreas hacen parte de la renovación planteada de 80.000 ha en la NDC 2.0 y de las 150.000 ha en sistemas agroforestales (SAF).
	NAMA Café	NAMA Café de Colombia	*Amplia su denominación. *La mitigación de esta medida se acota a una sola actividad (transición de cafetales a plena exposición a cultivos bajo sombrío en sistemas agroforestales) en comparación con las actividades propuestas en la NDC 2020. *La meta en hectáreas sembradas se mantiene para los años-meta. *Aumenta el potencial de mitigación con respecto a la cifra presentada en la NDC 2020 debido a mejoras en la información de base.
	Adopción masiva de tecnología (AMTEC 2.0) para la producción de arroz	Reducción de emisiones de GEI en producción de arroz a través de la adopción masiva de tecnología (AMTEC 2.0) en Colombia	*Amplia su denominación. *La meta en hectáreas sembradas en 2030, según la NDC 2.0 (255.000 hectáreas arroz riego; y 207.046 hectáreas arroz secano a 2030, para un total de 462.046 Ha) es adicionada con un área de 108.976 ha de cultivos de arroz bajo tecnología AMTEC2.0 entre 2026 y 2030" en la NDC 3.0., según lo definido con base en las estadísticas sectoriales. *La meta en hectáreas sembradas en 2035 prevé un incremento del 42,8% respecto a la meta fijada para 2030. *Se mantiene el potencial de mitigación en 2030, aun cuando cambia el número de hectáreas

Sector cartera	NDC 2020	NDC 3.0	Modificación / actualización
Ambiente			sembradas, el cual aumenta en un 12,5% en 2035.
	NAMA Panela	Estrategia integral del subsector panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva (NAMA Panela)	*Amplía su denominación. *Se aclara el potencial de mitigación de la medida en función de una sola actividad (restauración de áreas degradadas por el cultivo de caña). *Se presenta una variación en el potencial de mitigación para 2030, debido a mejoras de información, y se define uno para el año 2035.
	N/A	**Nueva medida:** Acciones para aumentar las absorciones de GEI, mediante la promoción de cultivos agroenergéticos y aprovechamiento de biomasa para la producción de biocombustibles y bioenergía.	*Nueva medida sectorial generada en el marco de la Ley 2169 de 2021 expedida con posterioridad a la presentación de la NDC 2020.
	N/A	**Nueva medida:** Acciones para reducir las emisiones de GEI en la agroindustria, fomentando la implementación de sistemas de captura y uso de biogás derivado de la biomasa residual de los procesos agroindustriales.	*Nueva medida sectorial generada en el marco de la Ley 2169 de 2021 expedida con posterioridad a la presentación de la NDC 2020.
	N/A	**Nueva medida:** Reducción de quemas agrícolas	*Nueva medida sectorial generada en el marco de la Ley 2169 de 2021 expedida con posterioridad a la presentación de la NDC 2020.
	Restauración ecológica	Restauración ecológica	*Se mantiene la meta fijada en la NDC 2020. *Se proponen metas diferenciadas por tipo de restauración: pasiva (80%) y activa (20%). *Se mantiene el potencial de mitigación de la medida.
	Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes	Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes	*Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020. *Se reduce el potencial de mitigación de la medida en virtud del mejoramiento de datos y supuestos utilizados en los cálculos.
	Promoción de distritos térmicos para la sustitución en sistemas de enfriamiento en ciudades	Promoción de distritos térmicos para la sustitución en sistemas de enfriamiento en ciudades	*Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020. *Se reduce el potencial de mitigación de la medida en virtud

Sector cartera	NDC 2020	NDC 3.0	Modificación / actualización
			del mejoramiento de datos y supuestos utilizados en los cálculos.
	Reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono (HFC)	Reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono (HFC)	*Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020. *Presenta una leve modificación en cuanto a su potencial de mitigación por efecto del mejoramiento de información.
	NAMA de refrigeración	NAMA para el sector de refrigeración doméstica en Colombia	*Amplía su denominación. *Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020.
	Maquinaria nueva con estándar de emisiones Tier 4I para rubros de construcción e industrial	Fuentes móviles de uso fuera de ruta	* Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020 y se amplía la meta para 2035.
	Implementación estándares de emisiones Euro IV y Euro VI para nuevos vehículos diésel	Implementación de estándares de emisión Euro IV y Euro VI	* Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020 y se amplía la meta para 2035.
	N/A	**Nueva medida:** Economía circular y reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos	*Nueva medida sectorial generada en el marco de la Ley 2169 de 2021 expedida con posterioridad a la presentación de la NDC 2020.
	Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector de industria	Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector industria	*Incrementa el potencial de mitigación en 2030 a 4,30 $MtCO_2eq$, respecto a la meta propuesta en la NDC 2020.
	Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras	Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras	*Modificación de la meta nominal establecida en la NDC 2020 por efecto del mejoramiento de información y supuestos utilizados. Se especifican mejoras en la eficiencia en cuanto a los usos de calor directo utilizado y mejor desagregación de datos específicos para el sector ladrillero.
Comercio, Industria y Turismo	Gestión para la implementación de tecnologías de abatimiento de emisiones de N_2O en la producción de materias primas fertilizantes	Gestión para la implementación de tecnologías de abatimiento de emisiones de N_2O en la producción de materias primas fertilizantes	*Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020
	Procesos de producción sostenible en el sector cemento	Procesos de producción sostenible en el sector cemento	*Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020. *Presenta una leve modificación en cuanto a su potencial de mitigación por efecto del mejoramiento de información.
	Gestión de proyectos para mejora de las operaciones logísticas y manejo de producto en	Gestión de proyectos para mejora de las operaciones logísticas y manejo de producto en	Modificación de la meta nominal establecida en la NDC 2020. Se especifica mejoras en la información.

Sector cartera	NDC 2020	NDC 3.0	Modificación / actualización
Minero - Energético	centros de abastecimiento	centros de abastecimiento	
	Eficiencia energética	Eficiencia energética	*Incrementa el potencial de mitigación en 2030 en un 735% respecto a la meta propuesta en la NDC 2020 por efecto del mejoramiento de la información y supuestos utilizados.
	Emisiones fugitivas	Emisiones fugitivas	*Incrementa el potencial de mitigación en 2030 en un 19,4% respecto a la meta propuesta en la NDC 2020 por efecto del mejoramiento de la información y supuestos utilizados.
	Gestión de la demanda	Gestión de la demanda	*Incrementa el potencial de mitigación en 2030 en un 329% respecto a la meta propuesta en la NDC 2020 por efecto del mejoramiento de la información y supuestos utilizados.
	Generación de electricidad	Generación eléctrica	*Incrementa el potencial de mitigación en 2030 en un 6% respecto a la meta propuesta en la NDC 2020 por efecto del mejoramiento de la información y supuestos utilizados.
	N/A	**Nueva medida:** Sustitución progresiva de combustibles fósiles	*Nueva medida sectorial generada en el marco de la Ley 2169 de 2021 como parte de la NDC 3.0.
	N/A	**Nueva medida:** Estrategia integral para la reducción de emisiones del sector carbón	*Nueva medida sectorial generada en el marco de la Ley 2169 de 2021 expedida con posterioridad a la presentación de la NDC 2020.
	N/A	**Nueva medida:** Plan nacional de sustitución de leña	*Nueva medida sectorial generada en el marco de la Ley 2169 de 2021 expedida con posterioridad a la presentación de la NDC 2020.
	NAMA Transporte activo y gestión de la demanda (TanDem)	Movilidad activa	*Medida modificada. Cambia su denominación respecto a la NDC 2020.
	Programa de modernización de transporte automotor de carga	Fondo para la promoción del ascenso tecnológico - Fopat	*Denominación modificada. Además, se amplía su alcance en cuanto a la tipología vehicular cobijada por la medida. *Bajo el Fopat, se modifica el mecanismo de financiamiento. *El potencial de mitigación a 2030 por la renovación de vehículos se mantiene entre las dos NDC.
	Movilidad eléctrica	Movilidad eléctrica	*Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020.
	Cambio a modo transporte de carga	Cambio a modo transporte de carga	*Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020.

Sector cartera	NDC 2020	NDC 3.0	Modificación / actualización
	carretero a fluvial Río Magdalena	carretero a fluvial Río Magdalena	
	Rehabilitación del corredor férreo La Dorada – Chiriguaná – Santa Marta	Rehabilitación del corredor férreo La Dorada – Chiriguaná – Santa Marta	*Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020.
	Navegación basada en desempeño - PBN	Navegación basada en desempeño - PBN	*Se mantiene la meta fijada a 2030 en la NDC 2020.
	Gestión Integral de Residuos Sólidos	Gestión Integral de Residuos Sólidos - GIRS	*Incrementa el potencial de mitigación en 2030 en un 34% respecto a la meta propuesta en la NDC 2020 por efecto del mejoramiento de la información y supuestos utilizados.
Vivienda, Agua y Saneamiento	Gestión de las aguas residuales domésticas	Aprovechamiento energético del biogás en el tratamiento de aguas residuales	*Medida modificada. Cambia su denominación respecto a la NDC 2020. *No se plantea un potencial de mitigación para la medida en la NDC 3.0 debido a que solo se han definido hitos vinculantes relacionados con el incremento en la cobertura del tratamiento, aunque los instrumentos sectoriales actuales promueven el aprovechamiento de biogás en el tratamiento de aguas residuales. Por lo anterior, el país deberá avanzar en la definición de metas de uso y aprovechamiento de biogás asociado a tratamiento de aguas residuales.
	Construcción sostenible	Construcción sostenible	*Reduce el potencial de mitigación en 2030 en un 70% respecto a la meta propuesta en la NDC 2020 por efecto del mejoramiento de la información y supuestos. La estimación del potencial de mitigación para 2030, en esta medida, se actualiza con base en la Resolución 0194 de 2025, la cual incorpora patrones de consumo energético más representativos de las condiciones actuales. En consecuencia, el potencial de reducción se recalculó con una línea base y supuestos metodológicos actualizados, que llevan a un potencial menor (70%) que el estimado en la NDC2.0.
Intersectorial	Reducción intersectorial de la deforestación (REDD+)	Reducción intersectorial de la deforestación	*Acota su denominación considerando que el mecanismo REDD+ es uno de los diferentes instrumentos que integran la estrategia nacional de control de la deforestación. *Considerando las causas multifactoriales de la deforestación,

Sector cartera	NDC 2020	NDC 3.0	Modificación / actualización
			el cumplimiento de la meta no se centra en un solo sector, sino que reconoce la naturaleza multisectorial de este fenómeno. *Mantiene su compromiso de reducción de la deforestación en 2030.
	N/A	**Medida nueva:** Manejo forestal sostenible comunitario	*Nueva medida sectorial incluida en la NDC 3.0.
Transversal	Mecanismo de precios al carbono (impuesto al carbono)	Mecanismos de fijación de precios al carbono: Impuesto al carbono	*Dado que es un instrumento que pretende desincentivar el uso de los combustibles fósiles y estimular su uso más eficiente, bajo la NDC 3.0 se entiende como un medio de implementación, en vez de una medida. Lo anterior, sin desconocer el posible impacto en la mitigación que pueda generar de manera transversal.

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.1. PAM rescindidas para el período de reporte

En consideración de los dispuesto por la MPG 87, se informa que la medida denominada NAMA Desarrollo Orientado al Transporte (DOT), perteneciente al sector transporte, fue retirada de la Contribución Nacional debido a que no logró los resultados de ejecución esperados por causa de limitaciones que tuvo el organismo ejecutor de la medida: Ciudat, el cual era liderado por Findeter. La principal limitante fue la articulación con los gobiernos locales de las ciudades participantes, lo que impidió avanzar a estudios de detalle en cada una de ellas, posterior a los estudios previos logrados, y, por tanto, dificultó entrar en fase de implementación de la medida. Finalmente, esta NAMA quedó sin financiamiento, lo que imposibilitó continuar con el proceso. Por esta razón, el Ministerio de Transporte decidió llevar a cabo el desarrollo de guías en conjunto con el Ministerio de Vivienda, soportado con una estrategia de acompañamiento a ciudades, para la implementación de principios DOT.

3.4.3. Acciones por sector

Para efectos de este reporte, en la Tabla 3-25 se clasifican las PAM conforme lo señalado en la MPG 81 que establece que estas deben presentarse obedeciendo un enfoque sectorial siguiendo las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI (IPCC, 2006)32. Sin embargo, es menester señalar

32 En el BTR1 presentado por el país en 2024, las PAM fueron presentadas siguiendo una clasificación que obedecía a una sectorización económica. Por recomendación del TERT, se sugirió que dicha clasificación se

que, si bien las PAM han sido agrupadas siguiendo dicha directriz, gran parte de las medidas aquí relacionadas no responden necesariamente a un enfoque unisectorial en cuanto a su mitigación dado que ellas se fundamentan en un conjunto de actividades que no necesariamente tienen efectos en el sector en el que se clasifica la PAM, sino que pueden incidir en otros sectores.

Tabla 3-25. Categorización de las PAM según sectores IPCC y relación con carteras ministeriales responsables.

Categoría IPCC	PAM	Ministerio responsable (sector cartera)
Energía	Eficiencia energética	Minenergía
	Emisiones fugitivas	Minenergía
	Gestión de la demanda	Minenergía
	Generación de electricidad	Minenergía
	Sustitución progresiva de combustibles	Minenergía
	Plan nacional de sustitución de leña	Minenergía
	Estrategia integral para la reducción de emisiones en el sector carbón	Minenergía
	Promoción de distritos térmicos para la sustitución en sistemas de enfriamiento en ciudades	Minambiente
	NAMA de refrigeración doméstica	Minambiente
	Fuentes móviles de uso fuera de carretera	Minambiente
	Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector industria	MinCIT
	Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras	MinCIT
	Construcción sostenible	Minvivienda
Transporte	Implementación de estándares Euro IV y Euro VI	Minambiente
	Movilidad activa	Mintransporte
	Programa de modernización de transporte automotor de carga	Mintransporte
	Movilidad eléctrica	Mintransporte
	Cambio a modo transporte de carga carretero a fluvial río Magdalena	Mintransporte
	Rehabilitación del corredor férreo La Dorada – Chiriguaná – Santa Marta	Mintransporte
	Navegación basada en desempeño - PBN	Mintransporte
	Gestión de proyectos para la mejora de las operaciones logísticas y manejo de producto en centros de abastecimiento	MinCIT

hiciera en función de las categorías y sectores del inventario nacional de GEI. Ver área de mejora 8.1 en FCCC/ETF/TERR.1/2024/COL/Add.1 (Disponible en: Report on the technical expert review of the first biennial transparency report of Colombia. Addendum | UNFCCC

Categoría IPCC	PAM	Ministerio responsable (sector cartera)
Procesos Industriales y Uso de Productos - IPPU	Reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	Minambiente
	Gestión para la implementación de tecnologías de abatimiento de emisiones de N_2O en la producción de materias primas de fertilizantes	MinCIT
	Procesos de producción sostenible en el sector cemento	MinCIT
Agricultura	Reducción de emisiones de GEI en la producción de arroz a través de la adopción masiva de tecnología (AMTEC 2.0) en Colombia	Minagricultura
	Reducción de quemas agrícolas	Minagricultura
	NAMA de ganadería bovina sostenible	Minagricultura
Uso del Suelo, Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura - UTCUTS	Desarrollo y consolidación de la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales como contribución a la captura de GEI	Minagricultura
	Estrategia de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida de la producción de cacao	Minagricultura
	NAMA Café de Colombia	Minagricultura
	Estrategia integral del subsector panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva (NAMA Panela)	Minagricultura
	Restauración ecológica	Minambiente
	Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes	Minambiente
	Reducción intersectorial de la deforestación	Minambiente
	Manejo forestal sostenible comunitario	Minambiente
Residuos	Gestión integral de residuos sólidos - GIRS	Minvivienda
	Aprovechamiento energético del biogás en el tratamiento de aguas residuales	Minvivienda

Fuente: Elaboración propia

Los sectores incluidos en este reporte, junto con las emisiones asociadas se presentan en la Tabla 3-26. Posteriormente, en las secciones 3.4.3.1 a 3.4.3.6, se detalla la descripción de las PAM correspondientes a cada sector. La información en estas secciones complementa lo reportado en el Formato Tabular Común (CTF5) y responde a los requerimientos establecidos en el párrafo 82 de las MPG. Adicionalmente, considerando las recientes evaluaciones económicas respecto a su portafolio de mitigación, se presentan costos marginales de abatimiento para las PAM reportadas en este documento, en cumplimiento con el párrafo 83 de las MPG, con el fin de comunicar el ordenamiento relativo de las medidas según su costo de abatimiento, sin que esto implique el costo financiero de implementación de estas (ver numeral 3.4.3.9).

Tabla 3-26. Sectores considerados en el reporte y emisiones o absorciones asociadas.

Sector considerado	Emisiones y absorciones abarcadas
Energía	Emisiones generadas por el uso de combustibles con fines energéticos, así como las emitidas espontáneamente en actividades de extracción, producción, transporte, refinamiento y distribución de petróleo, gas y carbón mineral. También abarca las emisiones provenientes de la generación de energía eléctrica como actividad principal. Corresponden principalmente a las categorías 1A1, 1A4, 1B1 y 1B2 del IPCC 2006.
Transporte	Abarca las emisiones generadas por el uso de combustibles con fines energéticos en los diferentes modos de transporte del país. Estas emisiones pertenecen a la categoría 1A3 del IPCC 2006.
Procesos industriales y uso de productos (IPPU)	Emisiones derivadas del uso de combustibles con fines energéticos y las emitidas como subproductos de procesos industriales en las industrias manufactureras. Corresponden principalmente a las categorías 2A1, 2B2 y 2F del IPCC 2006.
Agricultura	Emisiones y absorciones relacionadas con las actividades agrícolas y pecuarias del país, incluyendo cultivos y pastizales permanentes. Se excluyen las emisiones de CO_2 derivadas de la deforestación por expansión agropecuaria. Las emisiones corresponden principalmente a las categorías 3A, 3B y 3C del IPCC 2006.
LULUCF o UTCUTS	Emisiones generadas por la deforestación y degradación de las tierras forestales y las absorciones relacionadas con la restauración de bosques naturales y otras tierras no destinadas a cultivos o pastizales. Estas actividades corresponden a las categorías de permanencia y cambios en 4A1 y 4B1, así como las emisiones que hacen referencia a las tierras forestales convertidas en los otros 6 tipos de tierra (4A2, 4B2, 4C2, 4D2, 4E2 y 4F2), según el IPCC 2006.
Residuos	Emisiones generadas por la gestión de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales domésticas. Pertenecen principalmente a las categorías 5A1 y 5D del IPCC 2006.

Fuente: Elaboración propia

En el proceso de actualización de la NDC3.0, para el componente de mitigación se calcularon nuevamente las trayectorias de emisiones en un escenario de referencia sin medidas, y otro con medidas; el primero se configura a partir de un contrafactual en el que no se realiza ninguna acción climática, y el segundo, a partir del cálculo individual de cada una de las medidas y su respectiva reducción, que luego son agregadas de abajo hacia arriba en una única trayectoria. Una decisión metodológica clave para la modelación de las trayectorias de la NDC3.0, fue la de actualizar el escenario de referencia sin medidas a partir del último dato disponible del inventario (2021) y no continuar con el escenario de referencia de la NDC2.0 que tenía como punto de inicio el año 2014. Dado los múltiples cambios que han ocurrido, tanto en las actualizaciones del INGEI y la trayectoria histórica de emisiones, como en las expectativas de crecimiento económico y la disponibilidad de mejores tecnologías de mitigación, conservar la trayectoria de referencia sin medidas tenía el riesgo de sobrestimación de esta última. Esta decisión se enmarcó igualmente en los lineamientos de la decisión 18/CMA.1 respecto a la proyección de emisiones.

Este cambio metodológico implica que los potenciales de mitigación, entendidos como la diferencia entre el escenario sin y con medidas, no son comparables entre los diferentes ciclos de reporte, a menos que se especifique lo contrario. Una vez que los escenarios de referencia sin medidas de la NDC2.0 y NDC3.0 fueron construidos con diferentes supuestos, sus trayectorias son inevitablemente distintas, y por ende, la diferencia de estas últimas respecto de las trayectorias con medidas va a ser diferentes entre sí.

Para la mayoría de las medidas, se han utilizado las trayectorias de la NDC3.0 para el cálculo de los potenciales de las medidas que se reportan en este documento. No obstante, en el caso del sector Transporte se ha optado por comunicar los potenciales derivados de las trayectorias de la NDC2.0. Así mismo, el país, en el marco de los procesos de mejora continua asociados a los diferentes ciclos de reporte, seguirá trabajando en el fortalecimiento de las capacidades en modelación de las medidas NDC que conlleven al refinamiento de la información y una mejora en los enfoques metodológicos aplicados.

3.4.3.1. Sector Energía

Históricamente, el módulo de energía, excluyendo el sector transporte, ha sido la cuarta fuente de emisiones de GEI en el país, con un aporte promedio anual a las emisiones totales de alrededor del 20,86 %. Estas emisiones han estado caracterizadas por un modelo energético centrado en la extracción, refinación y exportación de hidrocarburos y carbón, además de la generación de electricidad que, aunque mayoritariamente proviene de fuentes hídricas, sigue dependiendo de combustibles fósiles.

En este contexto, las PAM del sector impulsan una transformación hacia un sistema energético bajo en carbono, justo y sostenible. Este proceso responde no solo a los compromisos internacionales de reducción de emisiones, sino también a la necesidad de asegurar una soberanía energética que beneficie a todos los colombianos y fortalezca la estabilidad económica frente a la incertidumbre de los mercados globales de combustibles fósiles. Dada la dependencia económica en la exportación de estos recursos no renovables, es necesario avanzar hacia un modelo justo y resiliente para reducir riesgos y construir un futuro más sostenible para el país.

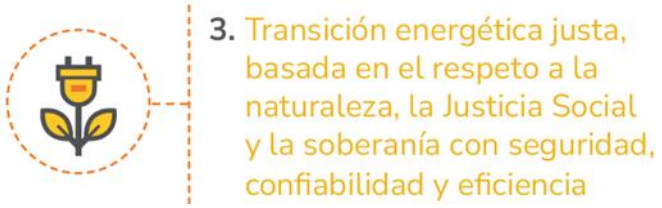
Las PAM del sector la conforman nueve medidas incluidas en el portafolio de mitigación de la NDC 2020, la cuales se indican a continuación:

- Eficiencia energética.
- Emisiones fugitivas.
- Gestión de la demanda.
- Generación de electricidad.

- Promoción de distritos térmicos para la sustitución de sistemas de enfriamiento en ciudades.
- NAMA para el sector de refrigeración doméstica.
- Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector industria.
- Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras.
- Construcción sostenible.

El liderazgo de estas medidas se encuentra compartido, conforme a lo presentado en la Tabla 3-25. Estas PAM son cubiertas por las siguientes fuentes de emisión de las categorías del IPCC 2006: 1A1 – Industrias de la energía; 1A2 – Industrias manufactureras y construcción; 1B1 - Combustibles sólidos; 1B2 - Petróleo y gas natural y otras emisiones provenientes de la energía y 1A4 – Otros sectores. El conjunto de medidas representa un potencial estimado de mitigación en 2030 de 38,4 millones de t CO_2eq.

Tabla 3-27. Articulación entre el PND 2022-2026 y las PAM del sector energía.

Catalizador 3 de la Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática del PND 2022 – 2026

Relación con las PAM del sector
Promueve la generación de energía a partir de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER) como pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (PCH), hidrógeno verde, hidrógeno azul, solar, eólica, marina, biomasa y geotermia, facilitando su implementación mediante marcos regulatorios, financiamiento y mecanismos para democratizar la generación y aprovechar residuos sólidos y aguas residuales. Además, busca garantizar la seguridad y confiabilidad energética mediante el fomento de energías renovables, almacenamiento de energía y biocombustibles, optimizando la infraestructura y el suministro de gas. Para cerrar brechas energéticas, se prioriza la ampliación de cobertura eléctrica, el uso de combustibles más limpios, la autogeneración en barrios subnormales y modelos de comunidades energéticas, además de sustituir el uso de leña en zonas rurales y consolidar Fonenergía como mecanismo de financiamiento con participación comunitaria.

Nota. Elaboración propia con información de PND 2022 – 2026.

Las PAM del sector fueron adoptadas en la Ley 2169 de acción climática; además corresponden a las líneas estratégicas del componente de mitigación de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático de los sectores minero energético (PIGCCme 2050) adoptado por Resolución 40350 de octubre del 2021 (Ministerio de Minas y Energía, 2021); comercio, industria y turismo (PIGCCS – MINCIT) adoptado mediante Resolución 1066 de 2021; vivienda, ciudad y territorio (PIGCCS – MVCT) adoptado mediante Resolución 0431 de 2020 y ambiente y

desarrollo sostenible33. Estas medidas son fortalecidas en la Hoja de Ruta de la Transición Energética Justa liderada por el Ministerio de Minas y Energía.

Por su parte, el actual Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026: Colombia, potencia mundial de la vida (PND 2022 - 2026), propone la "Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática" que establece el catalizador 3: Transición Energética Justa. Este catalizador, fundamentado en el respeto a la naturaleza, la justicia social y la soberanía energética, respalda y operativiza la implementación de las PAM de mitigación del sector, asegurando que los compromisos de la NDC se traduzcan en acciones concretas y viables. En la Tabla 3-27 se presenta un resumen de la articulación del catalizador 3 con las PAM del sector.

A continuación, se describe en formato tabular cada una de las nueve PAM, en función de lo que establecen las MPG 82 a 86, y para cada una de ellas se incluye un resumen del avance en la gestión de la mitigación realizada.

3.4.3.1.1. Eficiencia energética

Nombre de la medida (MPG 82a)	EFICIENCIA ENERGETICA
Descripción de la medida (MPG 82b)	
Comprende acciones de eficiencia energética en la cadena de la energía eléctrica, hidrocarburos y minería. Abarca el fortalecimiento del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE), el reporte del sistema MRVme y la optimización de la gestión de la oferta mediante lineamientos para el despacho eficiente de energía eléctrica. Estas acciones están en implementación desde el 2018 bajo la dirección del Ministerio de Minas y Energía y la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), con apoyo del sector privado.	
Objetivos de la medida (MPG 82c)	
. Identificar lineamientos para optimizar el despacho de energía eléctrica, con el fin de promover el aumento de eficiencia en las centrales que permitan reducir emisiones de GEI de forma costo-efectiva, sin afectar las condiciones del mercado eléctrico ni la confiabilidad de la prestación del servicio. La eficiencia energética se ha planteado como una opción transversal a los tres subsectores (energía eléctrica, hidrocarburos y minería). . Fortalecer el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE) mediante incorporación de metas, estrategias y acciones para las industrias de generación eléctrica, hidrocarburos y minera. . Mejorar la eficiencia en un 5% en los procesos de generación de energía eléctrica en las centrales térmicas pertenecientes al sistema interconectado nacional (SIN) . Mejorar la eficiencia en un 5% en los procesos de refinación de petróleo crudo. . Aumentar en un 5% la eficiencia en los procesos de producción de crudo y gas mediante acciones como la implementación de la ISO 50001.	

33 Hasta la fecha, el PIGCC del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible no cuenta con acto normativo.

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="9">EFICIENCIA ENERGETICA</td></tr>
<tr><td>Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="5">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td>2018</td><td colspan="3" rowspan="3">Regulatorio</td><td colspan="4">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td>Año final</td><td colspan="4">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td>2035</td><td colspan="4">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="6">Energía</td></tr>
<tr><td>Energía</td><td>X</td><td>IPPU</td><td></td><td>LULUCF</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Transporte</td><td></td><td>Agricultura</td><td></td><td>Residuos</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Ministerio de Minas y Energía</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="6">XM, Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), y empresas del sector eléctrico</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida se presenta de forma desagregada para las actividades de eficiencia energética implementadas dentro de esta iniciativa. La implementación de actividades de eficiencia energética en la industria de generación termoeléctrica presenta un CMA de USD -27,16/tCO_2eq; mientras que en el sector de minería es de USD -201,87/tCO_2eq y para la implementación de actividades en el sector de refinación de hidrocarburos este costo es de USD -41,14/tCO_2eq.

En comparación el CMA promedio calculado en general para el sector energía al cual pertenece esta medida es de USD 4,45/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">Entre los cobeneficios esperados de la implementación se destacan: reducción en el consumo y el costo de la energía eléctrica, mayor dinamismo en el mercado mayorista, mejora en el desempeño de las redes eléctricas (incluyendo calidad de potencia y capacidad de carga), incremento de la competitividad del sector energético, optimización de la infraestructura eléctrica y disminución de las emisiones de GEI.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">Un menor consumo de combustibles en la generación eléctrica y en la producción de petróleo & carbón a causa de una mayor eficiencia, reduce la base para la estimación de emisiones fugitivas, respuesta a la demanda y de diversificación.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">EFICIENCIA ENERGETICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="2">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="11">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS (ktCO₂eq.)</td><td>ESPERADAS (ktCO₂eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NE</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>10.110</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3">Guía para la integración de Enfoque de Género en Proyectos, Programas, Planes y Políticas para la gestión del cambio climático. Sector Minero energético Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”. Plan de acción de género y cambio climático de Colombia - Acciones para la igualdad de género, la sostenibilidad y la justicia climática. De acuerdo con los lineamientos de género del sector minero energético y la implementación del PIGCCME a 2050 del sector de Minas y Energía (República de Colombia, 2025b).</td></tr>
<tr><td colspan="3">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.1.1.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Durante 2024 y 2025, el Ministerio de Minas y Energía, junto con la UPME, reforzó el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE). De igual forma, se ha promovido activamente el Fondo para la Promoción del Ascenso Tecnológico (amparado en el PND) con el objetivo de sustituir equipos ineficientes tanto en el sector industrial como en los hogares de menores ingresos.

Por otra parte, la UPME y la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG) han actualizado los lineamientos de optimización de la oferta y despacho eficiente en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), buscando disminuir la intensidad de

carbono por kilovatio-hora generado, especialmente durante coyunturas climáticas críticas que exigen soporte térmico.

Durante el presente ciclo de reporte no fue posible estimar de manera robusta, consistente y verificable las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) atribuibles a esta medida. Esta limitación obedece principalmente a la ausencia de protocolos, lineamientos y procedimientos estandarizados para la consolidación, validación y trazabilidad de la información relacionada con los ahorros de energía generados por las diferentes intervenciones implementadas.

Actualmente, los datos sobre ahorros energéticos reportados por los operadores de red, las empresas beneficiarias de incentivos tributarios y los proyectos de sustitución tecnológica se encuentran dispersos en múltiples fuentes de información, con diferentes niveles de detalle, cobertura y periodicidad de reporte, lo que dificulta su integración y verificación. Asimismo, no se dispone de un sistema centralizado de monitoreo y seguimiento que permita consolidar de manera homogénea los resultados obtenidos por cada iniciativa.

Adicionalmente, no se cuenta con metodologías específicas ni criterios técnicos unificados para la cuantificación de las reducciones de emisiones GEI derivadas de los ahorros energéticos alcanzados. En particular, persisten vacíos metodológicos relacionados con la definición de líneas base, los procedimientos para evitar la doble contabilización de resultados, la selección del factor de emisión o factor marginal de la red eléctrica aplicable y los mecanismos de aseguramiento de la calidad de los datos. Estas limitaciones generan incertidumbre sobre la magnitud real de las reducciones de emisiones y restringen la posibilidad de reportar resultados con un nivel adecuado de transparencia, comparabilidad y verificabilidad.

3.4.3.1.2. Emisiones fugitivas

Nombre de la medida (MPG 82a)	EMISIONES FUGITIVAS
Descripción de la medida (MPG 82b)	
Esta línea estratégica busca promover la adecuada gestión de las emisiones fugitivas asociadas a la cadena productiva de los hidrocarburos, y aprovechar el gas natural capturado para otros fines. Así mismo fomenta el aprovechamiento de estas emisiones para que las actividades del sector de hidrocarburos sean sostenibles, lo cual puede traducirse en un beneficio económico para las empresas del sector. Con la implementación de esta medida se busca reducir 3,24 $MtCO_2e$ mediante la aplicación de controles operacionales y cambio de accesorios, además de instalación de unidades recuperadoras de vapor para aprovechar el gas metano de diferentes maneras.	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="9">EMISIONES FUGITIVAS</td></tr>
<tr><td colspan="10">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Reducir 3,24 MtCO_2e mediante ajuste y cambio de accesorios, además de instalación de unidades recuperadoras de vapor para aprovechar el gas de diferentes maneras.
. Obtener y validar información sobre la generación de las emisiones fugitivas.
. Determinar la línea base, el potencial de reducción y el mantenimiento del sistema de información.
. Integrar un conjunto de medidas destinadas a la reducción de las emisiones fugitivas generadas por las actividades de extracción, procesamiento, producción, almacenamiento y distribución de productos de hidrocarburos (gas y petróleo), como herramienta necesaria para monitorear y controlar la incertidumbre de la mitigación acumulada en emisiones fugitivas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="5">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="2">2018</td><td colspan="3" rowspan="3">Regulatorio</td><td colspan="3">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2030</td><td colspan="3">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="6">Energía</td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td>X</td><td>IPPU</td><td></td><td>LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td></td><td>Agricultura</td><td></td><td>Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Ministerio de Minas y Energía</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="6">Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), Agencia Nacional de Minería (ANM) y empresas del sector hidrocarburos.</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) para esta medida fue calculado en USD -45,80/tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector energía al cual pertenece esta medida es de USD 4,45/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Participación de la autogeneración a pequeña escala.
. Reducción de las emisiones de GEI
. Fortalecimiento de la gobernanza climática del sector hidrocarburos al mejorar la trazabilidad, control, reducción y aprovechamiento del metano y otras emisiones fugitivas, habilitando reducciones significativas de GEI.
. Contribución a la transición energética justa.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">EMISIONES FUGITIVAS</td></tr>
<tr><td colspan="4">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="4">*Cambios en el factor de emisión de emisiones fugitivas no tienen efecto ni aguas abajo ni arriba.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="2">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="11">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NE</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>3.870</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.1.2.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Se mantiene la obligatoriedad de la Resolución 40066 en las etapas de exploración y explotación (programas de detección y reparación de fugas, reducción de quema y venteo). Adicionalmente, de cara al periodo 2025-2026, el Ministerio de Minas y Energía estructuró nuevos lineamientos técnicos de cooperación internacional enfocados en la estimación y reporte de emisiones fugitivas específicamente para el segmento de refinación y transporte (Downstream).

De acuerdo con lo publicado en su página web[34], la Agencia Nacional de Hidrocarburos reportó que, entre mayo de 2024 y febrero de 2026, el volumen de quema de gas natural se redujo en un 40 %, mientras que las emisiones derivadas de la combustión en teas disminuyeron en 39,5 %. Estas acciones han estado acompañadas por el fortalecimiento de los mecanismos de fiscalización y monitoreo mediante el uso de drones, sensores de flujo, imágenes satelitales y cámaras infrarrojas especializadas para la detección de emisiones de metano.

En abril de 2026, el Ministerio de Minas y Energía junto con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) lideró la construcción de la Hoja de Ruta para la mitigación de las emisiones de metano. Esta estrategia complementa los compromisos internacionales del Global Methane Pledge mediante un diagnóstico robusto construido de la mano con operadores del sector para identificar brechas de reporte y control.

Aunque durante el período de reporte se alcanzaron avances relevantes en la reducción de la quema de gas y en el fortalecimiento de los programas de detección y reparación de fugas, la implementación y el seguimiento de esta medida aún presentan brechas que impiden considerar su cobertura completa. Estas limitaciones se asocian principalmente con la disponibilidad, trazabilidad y cobertura de la información correspondiente a las actividades de refinación de petróleo y transporte por gasoductos (segmentos Midstream y Downstream), lo que restringe una evaluación integral del desempeño operacional y ambiental.

Asimismo, se identificó la ausencia de un sistema estandarizado para la captura, digitalización, consolidación y reporte de la información relacionada con los eventos de quema y venteo de gas natural, tanto rutinarios como no rutinarios, en los campos de producción. Adicionalmente, no se cuenta con una metodología corporativa formal que establezca los criterios técnicos, responsabilidades, controles y flujos de información requeridos para garantizar la consistencia, trazabilidad, integridad y oportunidad de los datos reportados, en línea con las mejores prácticas de gestión y monitoreo de emisiones.

34 Comunicación de la ANH, disponible en: https://www.anh.gov.co/es/noticias/un-legado-hist%C3%B3rico-colombia-alcanza-m%C3%ADnimos-de-quema-de-gas-y-lidera-la-reducci%C3%B3n-de-emisiones-en-el-sector-hidrocarburos/

3.4.3.1.3. Gestión de la demanda

Nombre de la medida (MPG 82a)	GESTION DE LA DEMANDA								
Descripción de la medida (MPG 82b)									
Esta medida busca reducir la diferencia de consumo de energía eléctrica entre horas pico y valle, gestionando la generación de energía eléctrica en horas valle a partir de fuentes no contaminantes y promover la futura implementación de tecnologías como las redes inteligentes y las tarifas dinámicas, así como emplear baterías para almacenar parte de la energía generada con fuentes renovables en horas pico y usarla en horas valle.									
Objetivos de la medida (MPG 82c)									
. Aplanar la curva de demanda, por medio del cual se desplace la generación de energía eléctrica a partir de centrales térmicas, y de esta manera reducir las emisiones del SIN; mediante señales de precios que estimulen la participación de los usuarios finales. . Ofertar a los usuarios finales tarifas de energía diferentes entre la hora pico y la hora valle, considerando las características regionales y su contexto local. . Implementar agregadores en la reducción de la demanda para la gestión correcta de la regulación, tecnología, investigación, etc., flexibilizando el mercado de energía eléctrica con el ingreso de nuevos agentes que implementen estrategias de la gestión de la demanda.									
Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)				Estado de la medida (MPG 82e)				
2018	Regulatorio				Prevista				
Año final					Aprobada				
2035					Implementada			X	
Sectores que impacta (MPG 82f)	Categoría IPCC prevaleciente				Energía				
	Energía	X	IPPU		LULUCF				
	Transporte		Agricultura		Residuos				
Gases afectados (MPG 82g)	CO_2	X	N_2O	X	PFC		NF_3		
	CH_4	X	HFC		SF_6		OTRO		
Entidad responsable (MPG 82i)	Ministerio de Minas y Energía		Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)		Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG), XM y la Superintendencia de Servicios Públicos.				
Costos de la medida (MPG 83a)	El país aún no cuenta con un costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida debido a limitantes metodológicas y de información.								

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="4">GESTION DE LA DEMANDA</td></tr>
<tr><td colspan="5">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="5">. Aplanamiento de la curva de demanda
. Aumento de cobertura de la instalación de infraestructura de Medición Inteligente
. Disminución del consumo de energía
. Disminución del precio de energía eléctrica
. Dinamismo del mercado mayorista
. Participación del usuario final en la formación del precio de bolsa
. Atención a situaciones críticas de escasez
. Mejora en el desempeño de las redes eléctricas (Calidad de potencia y cargabilidad)
. Optimización de la infraestructura eléctrica
. Demanda activa
. Reducción de las emisiones de GEI</td></tr>
<tr><td colspan="5">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cambios en la curva de carga de la demanda eléctrica podrían tener efectos de segundo orden en la medida de diversificación y eficiencia en generación porque alteran la base sobre la cual se estiman estas. Existiría un efecto de tercer orden porque menos generación eléctrica implica menos consumo de combustibles alterando así la base con la que se estiman emisiones fugitivas y eficiencia energética en la producción, pero no se tienen en cuenta estos, y en cambio solo los asociados a generación eléctrica.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="11">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NE</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>8.500</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="4">Género</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="5">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.1.3.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Desde el segundo semestre de 2024 y durante lo corrido de 2026, la medida de gestión de la demanda continuó avanzando mediante el desarrollo de lineamientos regulatorios y de política orientados a fortalecer la participación activa de la demanda en el mercado eléctrico y promover la digitalización y modernización del sistema energético. En este contexto, la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) presentó avances y propuestas de armonización regulatoria para la implementación de sistemas de medición inteligente, destacando su papel en la transición energética, el empoderamiento de los usuarios y la modernización del sector eléctrico colombiano.

Asimismo, se continuó fortaleciendo la infraestructura de medición avanzada y el desarrollo de herramientas regulatorias orientadas a facilitar la incorporación de nuevas tecnologías, la autogeneración a pequeña escala, la generación distribuida y la participación de agregadores de demanda. Estas acciones buscan mejorar la eficiencia operativa del sistema, optimizar la infraestructura eléctrica y facilitar una gestión más flexible y descentralizada del consumo energético.

Aunque se han implementado avances en la gestión y respuesta de la demanda eléctrica, aún existen dificultades para cuantificar las reducciones de emisiones de GEI asociadas. La principal limitación es la falta de una metodología estandarizada de Medición, Reporte y Verificación (MRV) que permita convertir la energía no consumida en emisiones evitadas de CO_2 equivalente. Además, no existe una línea base clara para medir el impacto sobre la generación térmica desplazada, y persisten problemas de interoperabilidad, estandarización y gestión de datos entre los actores del sector eléctrico, lo que limita la medición y verificación confiable de los beneficios de mitigación.

Adicionalmente, persisten brechas en materia de interoperabilidad, estandarización y gobernanza de datos entre los diferentes agentes del mercado eléctrico, incluyendo comercializadores, operadores de red, agregadores de demanda y plataformas de medición avanzada (AMI). Estas limitaciones restringen la disponibilidad, trazabilidad y consistencia de la información requerida para desarrollar procesos de cuantificación, reporte y verificación de emisiones evitadas con un nivel adecuado de precisión y confiabilidad a escala nacional.

3.4.3.1.4. Generación eléctrica

Nombre de la medida (MPG 82a	GENERACION ELÉCTRICA							
Descripción de la medida (MPG 82b)								
Esta medida busca reducir la dependencia de los combustibles fósiles empleados para la generación de energía eléctrica a través de la diversificación de la matriz energética del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y de la transformación de la generación en las Zonas No Interconectadas (ZNI). La diversificación persigue desplazar o disminuir el uso de energía eléctrica generada por las centrales térmicas las cuales cubren el 30% de la producción eléctrica nacional. Esta diversificación se cimenta principalmente en la ampliación de la oferta eléctrica procedente de FNCER y abarca las siguientes actividades concretas: . Reemplazar el uso de diésel, fuel oil y querosene por gas natural mediante el establecimiento de centrales térmicas basadas en este combustible de tal forma que provea 5.385 MW. . Reducir la producción de energía eléctrica generada en centrales térmicas que usan carbón mineral a 604 MW. . Aumentar la capacidad instalada de generación con fuentes de energía renovable a 11.356 MW. Por otra parte, la medida se complementa con la promoción de soluciones locales de autogeneración no dependientes del sistema interconectado nacional, aprovechando los recursos energéticos de estas zonas y, de esta forma, reducir el consumo de diésel para producción de electricidad.								
Objetivos de la medida (MPG 82c)								
. Diversificar la matriz energética nacional. . Promover la autogeneración de energía mediante FNCER. . Fomentar el desarrollo de soluciones costo-efectivas para una generación eléctrica más productiva y sostenible en el tiempo. . Aumentar la cobertura de prestación del servicio por medio del uso de tecnologías confiables con un menor factor de emisión.								
Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)				Estado de la medida (MPG 82e)			
2018	Regulatorio				Prevista			
Año final					Aprobada			
2035					Implementada		X	
Sectores que impacta (MPG 82f)	Categoría IPCC prevaleciente				Energía			
	Energía	X	IPPU		LULUCF			
	Transporte		Agricultura		Residuos			
Gases afectados (MPG 82g)	CO_2	X	N_2O	X	PFC		NF_3	
	CH_4	X	HFC		SF_6		OTRO	
Entidad responsable (MPG 82i)	Ministerio de Minas y Energía		Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)		Unidad de planeación minero-energética (UPME), Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG) y empresas generadoras de electricidad			
Costos de la medida (MPG 83a)	El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de **USD -50,31/tCO_2eq**. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector energía al cual pertenece esta medida es de USD 4,45/tCO_2eq. Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación							

Nombre de la medida (MPG 82a	GENERACION ELÉCTRICA
	con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.

Beneficios esperados (MPG 83b)

- Participación de la autogeneración a pequeña escala
- Impulso a la generación distribuida
- Diversificación de la matriz energética
- Disminución del precio de energía eléctrica
- Atención a situaciones críticas de escasez
- Mejora en el desempeño de las redes eléctricas (Calidad de potencia y cargabilidad)
- Optimización de la infraestructura eléctrica
- Reducción de las emisiones de GEI.

Interacción con otras medidas (MPG 83c)

Cambios en la matriz de generación inevitablemente cambian la base para las medidas de eficiencia energética en plantas de generación, en emisiones fugitivas y en respuesta a la demanda.

La medida interactúa de manera complementaria con las medidas orientadas a la eficiencia energética y a la electrificación de los diferentes sectores de la economía. Mientras estas reducen la demanda de electricidad o promueven la sustitución de combustibles fósiles por energía eléctrica, la medida Generación eléctrica disminuye progresivamente la intensidad de emisiones de la electricidad suministrada mediante la incorporación de FNCER. Esta complementariedad fortalece el potencial de mitigación del conjunto de medidas de la NDC y contribuye a acelerar la transición energética del país. Para preservar la consistencia del sistema nacional de contabilidad, las reducciones asociadas al consumo de electricidad y a la descarbonización de la generación eléctrica se contabilizan una sola vez dentro del conjunto de medidas reportadas.

Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)	Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)		
La cuantificación del avance de la medida mantiene la consistencia metodológica con el enfoque utilizado para la formulación de la NDC, al evaluar el desempeño observado respecto al mismo escenario de referencia empleado para estimar su potencial de mitigación. Para ello, se desarrolló una metodología específica basada en la comparación entre el escenario de referencia modelado en LEAP para la NDC 2.0 y la evolución observada del SIN. La metodología adopta un enfoque de atribución integral que incluye 7 indicadores en total. Como primer indicador, compara la reducción neta agregada, estimada a partir de la diferencia entre las emisiones del escenario de referencia y las emisiones observadas del INGEI. Sin embargo, dado que el sistema eléctrico colombiano presenta una alta sensibilidad a factores como la variabilidad hidrológica, el crecimiento de la demanda, las condiciones de operación y despacho económico de las plantas y la incorporación progresiva de nueva infraestructura de generación, este resultado no permite atribuir por sí solo las diferencias observadas	AÑO	LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)	ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)
	2020	0	El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)
	2021	0	

Nombre de la medida (MPG 82a	GENERACION ELÉCTRICA	
a la implementación de la medida. Por ello, la metodología complementa este análisis con estimaciones de mitigación directamente asociadas a la expansión de las FNCER e indicadores de desempeño del sistema eléctrico, permitiendo distinguir los cambios atribuibles a la implementación de la medida de aquellos derivados de la dinámica propia del sistema, fortaleciendo la atribución y la interpretación de los resultados de mitigación. En este contexto, la metodología[(a)] incorpora dos indicadores principales adicionales: (i) la cuantificación de la generación FNCER adicional respecto al escenario de referencia y (ii) la estimación de las emisiones evitadas atribuibles a dicha generación adicional (es decir, emisiones que se hubiesen generado con fósiles) mediante un procedimiento conceptualmente consistente con la metodología ACM0002 (Grid-connected electricity generation from renewable sources) y la Herramienta 07 (Tool to calculate the emission factor for an electricity system) del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), utilizando el factor de emisión marginal oficial, publicado anualmente por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) de Colombia.(UNFCCC - CDM, 2018)(UNFCCC - CDM, 2018) Adicionalmente, la metodología incorpora cuatro análisis complementarios (factor de emisión promedio del sistema, generación por tecnología, capacidad instalada y demanda eléctrica), los cuales permiten interpretar las diferencias entre estas variables en el escenario de referencia y la evolución observada del sistema, distinguiendo el efecto atribuible a la implementación de la medida de otros factores estructurales y operativos que influyen sobre las emisiones del sector eléctrico. La aplicación conjunta de los siete análisis permitió evaluar el avance de la implementación de la medida desde una perspectiva integral. Mientras la comparación entre emisiones mostró que las reducciones netas agregadas aún no son visibles durante la mayor parte del período, los análisis complementarios evidenciaron una transformación progresiva del sistema eléctrico caracterizada por un crecimiento acelerado de la capacidad y la generación solar, una expansión de las FNCER superior a la prevista en el escenario de referencia a partir de 2024 y la aparición de las primeras emisiones evitadas cuantificables asociadas a dicha expansión. La descripción detallada de la metodología, las fuentes de información, los supuestos considerados	2022	0
	2023	0
	2024	1.000[(b)]
	2025	-
	2026	-
	2027	-
	2028	-
	2029	-

Nombre de la medida (MPG 82a	GENERACION ELÉCTRICA			
y el análisis de resultados se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM, el cual proporciona el sustento técnico para la aplicación, interpretación y trazabilidad de los resultados reportados en el presente BTR.		2030	-	8.460
Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Género			
	Étnico			
Observaciones adicionales				
[a]La metodología fue desarrollada específicamente para el seguimiento de esta medida de la NDC de Colombia, integrando información oficial del país y procedimientos conceptualmente consistentes con metodologías internacionales ampliamente utilizadas para la cuantificación de reducciones de emisiones en el sector eléctrico. La metodología reconoce que, en sistemas eléctricos altamente dependientes de la hidrología, la ausencia de reducciones netas agregadas respecto al escenario de referencia no implica necesariamente ausencia de avance en la implementación de la medida, razón por la cual incorpora indicadores complementarios que fortalecen la atribución de los resultados de mitigación. El análisis se concentra en el SIN y en la expansión de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), por constituir el principal elemento diferenciador entre el escenario de referencia y el escenario de mitigación utilizado para la formulación de la NDC. [b]La reducción de emisiones reportada para el año 2024 corresponde al cálculo de emisiones evitadas. La estimación de emisiones evitadas constituye un indicador complementario al análisis basado en la comparación entre escenarios y permite cuantificar los resultados de mitigación de la medida por expansión adicional de FNCER, incluso cuando éstos no se reflejan en una reducción neta de las emisiones agregadas del sistema eléctrico debido a la influencia de factores estructurales como la variabilidad hidrológica, el crecimiento de la demanda o las condiciones de despacho del sistema.				

3.4.3.1.4.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Con la implementación de la política de Transición Energética, a finales de 2025, la generación de energía solar y eólica alcanzó un hito histórico, al representar el 13,8 % de la matriz energética nacional. Este avance estructural demuestra cómo el país se encamina a reducir sustancialmente la dependencia de los combustibles fósiles en el mediano y largo plazo.

Mediante la expedición del Decreto 0972 de 2025, el Gobierno activó el programa Colombia Solar. Este mecanismo transforma los subsidios tradicionales de consumo eléctrico en inversiones directas para la instalación de sistemas de autogeneración solar en hogares de estratos 1, 2 y 3, permitiendo reducir el costo

de las facturas de energía hasta $0, en casos optimizados. En línea con lo anterior, hasta el mes de mayo de 2026, Colombia había superado la cifra de 24.447 techos solares registrados bajo modelos de autogeneración y generación distribuida. El mayor salto histórico ocurrió entre 2024 y 2025, con la instalación de más de 15.000 de estos sistemas. Este despliegue masivo se complementa con la consolidación del modelo de Comunidades Energéticas y el uso del fondo Fonenergía, como vehículo financiero con participación comunitaria para cerrar brechas de cobertura en las Zonas No Interconectadas (ZNI).

Finalmente, el país activó su Plan de Contingencia ante el Fenómeno de El Niño (2026-2027), con el fin de blindar la seguridad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica, sin arriesgar las metas de descarbonización a largo plazo ante la eminente llegada de este fenómeno. Para tal efecto, el Gobierno Nacional activó formalmente una hoja de ruta con 50 acciones preventivas, diseñadas para mitigar el impacto energético del próximo ciclo de sequía.

3.4.3.1.5. Promoción de distritos térmicos para la sustitución de sistemas de enfriamiento en ciudades

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">PROMOCIÓN DE DISTRITOS TÉRMICOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO EN CIUDADES</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de la medida (MPG 82b)</td></tr>
<tr><td colspan="4">La medida promueve la adopción de distritos térmicos como solución centralizada para la climatización en zonas urbanas, reemplazando sistemas individuales de enfriamiento por alternativas más eficientes y con menor intensidad de emisiones. Liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), con apoyo del Ministerio de Minas y Energía (Minenergía), se busca impulsar el uso eficiente de la energía y la incorporación de buenas prácticas tecnológicas en climatización.

Los distritos térmicos se integran en la planificación urbana y energética, permitiendo aprovechar fuentes de energía residual o renovable, reducir la demanda de energía eléctrica y mejorar la calidad del aire en las ciudades. Esta medida contribuye directamente a la mitigación del cambio climático, a la modernización de la infraestructura energética urbana, y al fortalecimiento de la competitividad y sostenibilidad de los sectores comercial, institucional y residencial.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="4">. Promover e implementar distritos térmicos en ciudades colombianas, como alternativa sostenible para la climatización urbana, mejorando la eficiencia energética y reduciendo emisiones.
. Desarrollar capacidades e incentivos para fomentar la adopción de distritos térmicos en zonas y usuarios con alta demanda de climatización, como hospitales, edificios públicos y centros empresariales.</td></tr>
<tr><td>Año de inicio (MPG 82h)</td><td>Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="2">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td>2016</td><td rowspan="3">Técnico – operativo</td><td>Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td>Año final</td><td>Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td>2030</td><td>Implementada</td><td>X</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="9">PROMOCIÓN DE DISTRITOS TÉRMICOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO EN CIUDADES</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="6">Energía</td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td>X</td><td colspan="2">IPPU</td><td></td><td colspan="2">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td></td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Unidad de Planeación Minero – Energética (UPME), Minenergía, Switzerland State Secretariat for Economic Affairs (SECO), ACAIRE, administraciones municipales y ONUDI</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD -1992,28/tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector energía al cual pertenece esta medida es de USD 4,45/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Atracción de inversiones y financiamiento climático.
. Mejoramiento de la calidad de vida.
. Fortalecimiento de capacidades técnicas y profesionales.
. Descongestión de la red eléctrica nacional.
. Transición a tecnologías más eficientes y con menores emisiones.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">Mejoras en la eficiencia de la refrigeración disminuye la demanda agregada de energía eléctrica, por ende, reduciendo el consumo de combustibles fósiles para la generación eléctrica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="6">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="7">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td colspan="2">LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td colspan="2">ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="2">NE</td><td colspan="2" rowspan="6">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td colspan="2">-</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">PROMOCIÓN DE DISTRITOS TÉRMICOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO EN CIUDADES
<table><tr><td>2026</td><td>-</td></tr><tr><td>2027</td><td>-</td></tr><tr><td>2028</td><td>-</td></tr><tr><td>2029</td><td>-</td></tr><tr><td>2030</td><td>-</td><td>2,14</td></tr></table></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3">Fomenta la inclusión de mujeres en el diseño, operación y gestión de sistemas energéticos urbanos sostenibles, de acuerdo con el documento del Ministerio de Ambiente para la incorporación del enfoque de género en los proyectos del sector de la refrigeración y el acondicionamiento del aire. Allí, se establecen los lineamientos y protocolos necesarios para avanzar en la integración del enfoque de género en las políticas, programas, proyectos y acciones del sector de la refrigeración y el aire acondicionado (República de Colombia, 2025a)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.1.5.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

En Colombia, actualmente existen nueve distritos energéticos en operación, en seis ciudades: Cali, Cartagena, Medellín, Montería, Tocancipá y Villavicencio, con los que se proyecta una reducción de emisiones de aproximadamente 30.000 tCO_2eq a diez años. El desarrollo de estos distritos energéticos es la respuesta del sector privado a la estrategia que se ha gestionado a nivel nacional, desde el año 2013, a través del Programa Distritos Energéticos Colombia. Mediante esta estrategia se ha fortalecido el marco institucional y normativo a nivel nacional y municipal, y se ha brindado asistencia técnica y financiera para apoyar la implementación de estos proyectos.

Se destaca, a nivel nacional, la expedición por parte del Ministerio de Minas y Energía del "Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas – RETSIT", que inició su implementación a partir de enero de 2024, y la articulación entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Minas y Energía para la actualización de la medida y el ajuste de metas de mitigación a 2035 y 2040.

Asimismo, se incorporó exitosamente el Centro de Competencias y Conocimiento para Distritos Térmicos (CCDT) en el Centro de Investigación y de Desarrollo de Acondicionamiento de Aire y de la Refrigeración - Cidare, adscrito a Acaire. Así, se ha logrado capacitar talentos nacionales y consolidado una red de proveedores de servicios con proyección internacional. De igual manera, con el

acompañamiento del Ministerio de Educación y el Ministerio del Trabajo, se diseñaron las cualificaciones para el sector de refrigeración, acondicionamiento del aire y distritos energéticos, que entrarán a formar parte del Catálogo Nacional de Cualificaciones a partir de 2026.

En 2025, con el inicio de la tercera fase del Programa Distritos Energéticos Colombia, implementado por la ONUDI, se priorizaron cinco ciudades clave para la continuidad del programa: Barranquilla, Bogotá, Cartagena, Cali y Montería. A pesar de estos avances estructurales, la falta de datos primarios verificados de los distritos energéticos actualmente en operación impide realizar una cuantificación precisa de la mitigación de GEI para el ciclo de reporte del BTR2. Con el fin de subsanar esta limitación, se incluye un plan de mejora orientado a recolectar y verificar los datos de reducción de emisiones alcanzados por cada uno de los distritos energéticos que se han desarrollado en el país, viabilizando así su reporte en el próximo BTR. De este modo, la tercera fase del programa no solo expandirá la infraestructura en las ciudades priorizadas, sino que fortalecerá el sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) del sector.

3.4.3.1.6. NAMA para el sector de refrigeración doméstica

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">NAMA PARA EL SECTOR DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA EN COLOMBIA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de la medida (MPG 82b)</td></tr>
<tr><td colspan="4">La NAMA de refrigeración doméstica fue una iniciativa de mitigación estructurada en 2014 y cuya implementación tuvo lugar entre 2019 y 2024. Su propósito era reducir las emisiones de GEI relacionadas con el uso de sustitutos de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) y el mejoramiento de la eficiencia energética de los nuevos refrigeradores que ingresaban al mercado nacional. Esta medida aborda específicamente el componente de eficiencia energética dado que la mitigación asociada a los sustitutos de las SAO se aborda en la medida que se enfoca directamente en ese tema (ver medida Reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono). Esta medida tiene como metas la introducción en el mercado nacional de 16,1 millones de refrigeradores domésticos con refrigerante R-600a a 2030 y una reducción de emisiones de 3.143.000 tCO2eq.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="4">. Establecer un marco político para la transformación del sector de refrigeración doméstica.
. Desarrollar capacidades técnicas y financieras en los productores de refrigeradores domésticos colombianos para diseñar y producir refrigeradores amigables con el medio ambiente y eficientes energéticamente.
. Introducir refrigeradores amigables con el medio ambiente y eficientes energéticamente al mercado en el marco de un programa de sustitución de refrigeradores.
. Gestionar de una manera ambientalmente adecuada los refrigeradores sustituidos a través del esquema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – RAEE.
. Desarrollar capacidades intersectoriales y establecimiento de un sistema MRV para el fortalecimiento de las capacidades institucionales.</td></tr>
<tr><td>Año de inicio (MPG 82h)</td><td>Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="2">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td>2019</td><td rowspan="3">Programa técnico</td><td>Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td>Año final</td><td>Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td>2030</td><td>Implementada</td><td>X</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="8">NAMA PARA EL SECTOR DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA EN COLOMBIA</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="5">Energía</td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td>X</td><td colspan="2">IPPU</td><td></td><td colspan="2">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td></td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Unidad Técnica de Ozono – UTO)</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="4">Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero – Energética (UPME), GIZ, Bancóldex, Red Verde, ANDI, sector privado (fabricantes e importadores y gestores de RAEE y RESPEL), Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="8">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD -738.927,47/tCO₂eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector energía al cual pertenece esta medida es de USD 4,45/tCO₂eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO₂eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Cumplimiento de compromisos internacionales ambientales.
. Mejoramiento de la eficiencia energética de sistemas de refrigeración.
. Fortalecimiento del empleo verde y de capacidades técnicas nacionales.
. Beneficios en salud pública y calidad del aire.
. Promoción de la gestión ambientalmente adecuada de residuos peligrosos y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">Mejoras en la eficiencia de la refrigeración disminuye la demanda agregada de energía eléctrica, por ende, reduciendo el consumo de combustibles fósiles para la generación eléctrica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="6">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="2">Para calcular las reducciones de emisiones de la medida, se adoptaron elementos metodológicos de la metodología AM 0120 (versión 1.0) (Energy – efficient refrigerators and air-conditioners) del MDL, sin utilizarla en su completitud ni de manera prescriptiva debido a limitaciones en la información disponible y los supuestos utilizados.</td><td>AÑO</td><td colspan="2">LOGRADAS[a] (ktCO₂eq.)</td><td colspan="2">ESPERADAS (ktCO₂eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">El país solo presenta las emisiones esperadas de</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	NAMA PARA EL SECTOR DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA EN COLOMBIA

Se determinaron las emisiones, tanto para el escenario de línea base como para el de mitigación, considerando las ecuaciones 1, 8 y 9 de la metodología AM 0120 (UNFCCC - CDM, 2017). Para ello, se considera como dato de actividad el consumo total de electricidad asociado al uso de los refrigeradores en ambos escenarios, el cual resulta del consumo de electricidad promedio de los refrigeradores de línea base (R-134a) y mitigación (R-600a) por el número de refrigeradores que operan en un año específico del período de reporte. Estos consumos promedio de electricidad han sido establecidos en 846,95 kWh/año para el escenario de referencia y 394,25 kWh/año para el escenario de mitigación.

Se aplican los factores de emisión del Sistema Interconectado Nacional (SIN) para cada uno de los años de reporte.

Las metodologías previamente señaladas, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de esta medida se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM, que acompaña el presente BTR.

Los resultados obtenidos se presentan como partida informativa, considerando la regla de contabilidad # 4 adoptada por la CICC, dado que estos resultados se asocian a reducciones de emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica, y con el fin de evitar doble contabilidad con la medida de "Generación eléctrica". Por lo tanto, las reducciones de emisiones asociadas al consumo de electricidad no se reportan de forma directa como parte de los resultados de la actividad, lo cual se ve reflejado en las cifras indicadas para cada año de las reducciones de emisiones logradas.

2021	0	la medida para el año meta (2030)
2022	0	
2023	0	
2024	0	
2025	-	
2026	-	
2027	-	
2028	-	
2029	-	
2030	-	944

Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Género
	El documento del ministerio de ambiente, para la incorporación del enfoque de género en los proyectos del sector de la refrigeración y el acondicionamiento del aire, establece los lineamientos y protocolos necesarios para avanzar en la integración del enfoque de género en las políticas, programas, proyectos y acciones del sector de la refrigeración y el aire acondicionado (República de Colombia, 2025b)
	Étnico

Nombre de la medida (MPG 82a)	NAMA PARA EL SECTOR DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA EN COLOMBIA
Observaciones adicionales	

[a]Los resultados obtenidos se presentan como partida informativa, considerando la regla de contabilidad # 4 adoptada por la CICC, dado que estos resultados se asocian a reducciones de emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica, y con el fin de evitar doble contabilidad con la medida de "Generación eléctrica". Por lo tanto, las reducciones de emisiones asociadas al consumo de electricidad no se reportan de forma directa como parte de los resultados de la actividad, lo cual se ve reflejado en las cifras indicadas para cada año de las reducciones de emisiones logradas. Enseguida se presentan las reducciones de emisiones indirectas de cada año, como partida informativa:

Año	2020	2021	2022	2023	2024
Reducciones de emisiones como partida informativa (ktCO_2eq)	90	73,1	142,8	338,3	489,9

3.4.3.1.6.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Durante este periodo, las actividades técnicas principales del proyecto NAMA ya se encontraban cerradas (desde 2023), por lo cual la gestión se concentró estrictamente en el componente financiero, su cierre y el posterior seguimiento de sostenibilidad. Los incentivos económicos estuvieron vigentes únicamente por un periodo de 2,5 meses en 2024 debido a retrasos administrativos. En coherencia con el plan de implementación y seguimiento de la medida, las acciones se limitaron exclusivamente al seguimiento de la sostenibilidad, verificando la aplicación del marco normativo y las mejoras en las plantas productoras para garantizar que el mercado colombiano continúe introduciendo refrigeradores eficientes y libres de HFC de forma permanente en el tiempo.

Como parte del cierre ordenado, se avanzó en la definición de acuerdos institucionales entre el donante, la agencia de implementación y los socios nacionales, con el propósito de que las acciones respaldadas por el componente financiero puedan permanecer vigentes una vez concluido el proyecto NAMA. Sin embargo, la terminación del proyecto NAMA en junio de 2024 ha limitado la continuidad en la implementación de incentivos y el escalamiento de la sustitución de refrigeradores, reduciendo el potencial de mitigación previsto.

Las metas asociadas a esta medida corresponden a aproximadamente 16,1 millones de refrigeradores con R-600a como refrigerante, puestos en el mercado a 2030 y 1,28 MtCO_2eq reducidas a 2030, frente a un escenario tendencial. Como avance, a 2024 se reportan cerca de 4,9 millones de refrigeradores libres de HFC y más eficientes en el consumo de energía introducidos en el mercado nacional (lo que representa un avance del 30,4 % de la meta) y una reducción de emisiones aproximada de 0,49 Mt CO_2eq (15,6 % con respecto a la meta).

3.4.3.1.7. Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector industria

Nombre de la medida (MPG 82a)	PROMOCIÓN DE PROYECTOS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIA

Descripción de la medida (MPG 82b)

Esta medida se encuentra enmarcada dentro de la Política Nacional de Reindustrialización, la cual busca el fortalecimiento de la gestión de la energía y la eficiencia energética, impulsando la sustitución de combustibles fósiles por alternativas más limpias, alineándose de esta forma con el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE) y el Plan Energético Nacional (PEN 2022-2050). La medida comprende la suma de esfuerzos del sector industrial colombiano para reducir el consumo de combustibles fósiles y el uso de energía eléctrica mediante una reestructuración de sus procesos productivos, de tal forma que les permita seguir siendo competitivos, buscando el mejor desempeño en términos de sostenibilidad ambiental. La medida se cimenta en dos actividades principales: 1) un aumento en la eficiencia en la demanda de energía generada por fuentes convencionales y 2) la sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternativos. El impacto de la medida se refleja en las cifras que presenta el balance energético nacional (BECO). Los subsectores cementero y ladrillero cuentan con medidas de mitigación independientes.

Objetivos de la medida (MPG 82c)

- Fortalecer la gestión de la energía y la eficiencia energética, impulsando la sustitución de combustibles fósiles por alternativas más limpias, alineado con la política de reindustrialización y de turismo sostenible y el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE).
- Desarrollar, estructurar e implementar proyectos estratégicos que integren la optimización de procesos y la adopción de buenas prácticas operativas y de tecnologías de eficiencia energética avanzada.
- Contribuir con la sustitución progresiva de combustibles fósiles por alternativas energéticas más limpias (como energías renovables y combustibles sostenibles de baja emisión), priorizando la gestión eficiente de la energía.

Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)	Estado de la medida (MPG 82e)	
2022	Regulatorio	Prevista	
Año final		Aprobada	
2035		Implementada	X

Sectores que impacta (MPG 82f)	Categoría IPCC prevaleciente					Energía		
	Energía	X	IPPU			LULUCF		
	Transporte		Agricultura			Residuos		
Gases afectados (MPG 82g)	CO_2	X	N_2O	X	PFC		NF_3	
	CH_4	X	HFC		SF_6		OTRO	

Entidad responsable (MPG 82i)	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)	Gremios, Empresas, Ministerio de Minas y Energía, UPME, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Asociación Nacional de Industriales (ANDI), Bancóldex y Cámaras de Comercio.
Costos de la medida (MPG 83a)	El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de **USD -212,32/tCO_2eq**. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector energía al cual pertenece esta medida es de USD 4,45/tCO_2eq.		

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="4">PROMOCIÓN DE PROYECTOS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIA</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="5">. Reducción de costos de producción industrial.
. Mejora de productividad y competitividad empresarial.
. Disminución de contaminación atmosférica local (PM10, NOx, SO_2).
. Generación de empleo verde y especializado.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Por diseño, se entiende que esta medida excluye al sector ladrillero y de cemento, que también tienen medidas de eficiencia. Sin embargo, en el modelo se identifica posibilidad de existencia de efectos de segundo orden porque, tanto ladrilleras como el sector cemento, están en el mismo sector de Minerales no metálicos. Por ende, la aplicación de una de estas medidas reduce la base sobre la cual actúan las otras, pero solo en el sector de Minerales no metálicos.

La promoción de eficiencia energética inevitablemente cambia la demanda agregada de electricidad y de combustibles fósiles, por ende, cambia la base sobre la cual se estiman las reducciones por eficiencia energética, emisiones fugitivas, gestión de la demanda y diversificación de la matriz.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">La cuantificación de resultados de esta medida considera las emisiones generadas, tanto en el escenario de referencia como de mitigación, del consumo de combustibles fósiles y combustibles alternos (residuos), además de electricidad utilizada. Las reducciones de emisiones logradas se derivan de la diferencia entre las emisiones de ambos escenarios.

Las emisiones se calculan conforme se realiza en el inventario nacional de GEI para la categoría “Actividades de quema de combustibles”, para lo cual se aplica la Ecuación 2.1 del Volumen 2, Capítulo 2 de las Directrices de IPCC 2006. De forma complementaria, se incorporan las emisiones por el consumo de electricidad, para lo cual se toma la cantidad de energía eléctrica consumida (kWh) por el factor de emisión del sistema eléctrico nacional (SIN), definido para cada año del período de reporte.

En el escenario de referencia, los datos de actividad corresponden a los consumos de combustibles (tanto fósiles como alternos) y de electricidad proyectados para los años que conforman el período de reporte, y que sirvieron para la modelación de dicho escenario en la NDC 2020. Estos consumos se expresan en equivalencia de contenido energético</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS[a] ($ktCO_2$eq.)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2$eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>1.128,6</td><td rowspan="4">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>1.017,3</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>1.470</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>2.419,6</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	PROMOCIÓN DE PROYECTOS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIA

(Terajoules). Estos datos de actividad se presentan desagregados por tipo de combustibles y por nueves (9) subsectores industriales.

Por su parte, los datos de actividad en el escenario de mitigación corresponden a los consumos de combustibles y energía eléctrica observados para cada uno de los años del período de reporte.

Los factores de emisión utilizados son los reportados por el inventario nacional de GEI más reciente para cada uno de los combustibles considerados. El factor de emisión de la electricidad corresponde al valor anual que reporta la UPME específicamente para cada año.

Las emisiones totales para cada escenario se obtienen al sumar las emisiones generadas por el uso de combustibles más la correspondiente a la energía eléctrica. Sin embargo, las reducciones de emisiones de esta última se presentan únicamente como partida informativa, siguiendo la regla de contabilidad #4, aprobada por la CICC; y, por tanto, no se añaden con las asociadas al uso de combustibles fósiles para evitar el riesgo de doble contabilidad.

Las reducciones de emisiones se calculan para cada año como la diferencia de las emisiones generadas entre el escenario de referencia y el de mitigación (escenario observado con la implementación de la medida).

Las metodologías previamente señaladas, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de la medida se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM, que acompaña el presente BTR.

2024	2.836,2	
2025	-	
2026	-	
2027	-	
2028	-	
2029	-	
2030	-	4.300

Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Género
	Fomentar la participación de las mujeres en la gestión energética industrial. Promover la igualdad de oportunidades en los programas de formación técnica, de acuerdo con la Resolución 273 de 2021, por medio de la cual se crea el Comité de asuntos de Género y empoderamiento económico de la mujer del Sector Comercio, Industria y Turismo (República de Colombia, 2025b).
	Étnico

Observaciones adicionales

[a]Los resultados de mitigación totales obtenidos se presentan como partida informativa, considerando la regla de contabilidad # 4 adoptada por la CICC, dado que una parte de estos resultados se asocian a reducciones de emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica, y con el fin de evitar doble contabilidad con la medida de "Generación eléctrica". Por lo tanto, las reducciones de emisiones asociadas al consumo de electricidad no se reportan de forma directa como parte de los resultados de la actividad, lo

Nombre de la medida (MPG 82a)	PROMOCIÓN DE PROYECTOS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIA

cual se ve reflejado en las cifras indicadas para cada año de las reducciones de emisiones logradas. Enseguida se presentan las reducciones de emisiones indirectas de cada año, como partida informativa, junto con el impacto total de la medida, resultante de la suma de las reducciones logradas por el uso de combustibles más la correspondiente a la energía eléctrica:

Año	2020	2021	2022	2023	2024
Reducciones de emisiones como partida informativa (ktCO_2eq)	4.720	6.135,9	6.740,8	6.646,7	6.666,1
Impacto total de la medida, de manera indicativa (ktCO_2eq)	5.848,7	7.153,2	8.210,9	9.066,4	9.502,4

3.4.3.1.7.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Durante el período de reporte, el sector industrial avanzó en la transición de sus procesos productivos hacia modelos de bajas emisiones, logrando el fortalecimiento de capacidades técnicas y financieras. A continuación, se resaltan los logros clave de aquellos que incluyeron un componente significativo de acciones habilitantes para la mitigación de GEI, alineados con las PAM del sector:

- Apoyo Euroclima+ y Gestión Energética: La Red de Aprendizaje en Eficiencia Energética culminó sus ciclos de pilotaje, que junto a programas de asistencia técnica y cofinanciación ha logrado que industrias de sectores priorizados avancen en sistemas de gestión energética y buenas prácticas, demostrando mejoras en sus indicadores de productividad y desempeño ambiental. En la actualización de la NDC 3.0, se continúa promoviendo acciones en eficiencia energética para la industria.
- Parques Eco-Industriales: A 2026, el Programa Global de Parques Eco-industriales (GEIPP) en Colombia desarrolla su segunda etapa y ha involucrado aproximadamente 80 empresas en siete parques industriales, incluyendo zonas francas y parques industriales priorizados en diferentes regiones del país. Con el propósito de alcanzar un sistema de simbiosis industrial, y promoviendo un modelo de eficiencia en el uso de recursos y producción más limpia, el programa pretende convertirse en una plataforma de descarbonización colectiva de escala regional dentro país. A nivel agregado, se han evidenciado impactos acumulados en descarbonización y eficiencia de recursos:

    a. Ahorros energéticos cercanos a 14.858 MWh
    b. Reducción de aproximadamente 19.708 toneladas de CO_2 equivalente
    c. Ahorros de agua estimados en 5.492 m^3
    d. Movilización de inversiones por alrededor de USD 13,4 millones
    e. Generación de ahorros económicos anuales superiores a USD 2,8 millones.

- Fábricas de Productividad y Sostenibilidad: desde 2019, el MinCIT ha beneficiado a más de 634 empresas mediante asistencia técnica en sostenibilidad ambiental, eficiencia energética y logística, con impactos positivos en costos y uso eficiente de recursos. Asimismo, ha fortalecido las capacidades de más de 3.965 personas.
- Apuestas Productivas Sostenibles: El MinCIT cofinanció 47 proyectos para mejorar la eficiencia energética y el uso del agua, incrementando la resiliencia empresarial.
- Productividad Verde: MinCIT brindó formación y asistencia técnica especializada para fortalecer las capacidades del sector industrial en acciones de adaptación y mitigación al cambio climático y bioeconomía como factor de productividad y competitividad. Durante la primera fase de este programa, se fortalecieron 120 empresas en asistencia técnica en 22 departamentos del país y 242 personas recibieron formación. En la segunda etapa, 150 empresas recibieron asistencia técnica, y 770 personas recibieron formación en gestión del cambio climático y sostenibilidad. Asimismo, se desarrollaron diez documentos de consulta para apoyar la sostenibilidad del sector empresarial, brindarle orientación y soporte para fortalecer su gestión del cambio climático.

3.4.3.1.8. Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a</td><td colspan="3">GESTIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LAS LADRILLERAS</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción de la medida (MPG 82b)</td></tr>
<tr><td colspan="4">En línea con la Política Nacional de Reindustrialización, las metas del Plan Energético Nacional (PEN) 2022–2052, el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PAI PROURE) al 2030, y las directrices para el mejoramiento de la calidad del aire, esta medida promueve el desarrollo integral del sector ladrillero (CIIU 2392). Para ello, se contempla el fortalecimiento de capacidades en gestión energética, así como la sustitución, modernización y optimización de hornos por tecnologías más limpias.

Estas acciones están orientadas a mejorar la eficiencia térmica, reducir el impacto ambiental y potenciar la productividad del sector.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="4">. Fomentar el desarrollo integral de unidades productivas de fabricación de ladrillos a través de fortalecimiento de capacidades en huella de carbono, gestión de la energía, mejora de procesos y transferencia de buenas prácticas operativas.
. Gestionar procesos de reconversión y mejoras en los hornos ladrilleros.</td></tr>
<tr><td>Año de inicio (MPG 82h)</td><td>Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="2">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td>2022</td><td rowspan="3">Regulatorio</td><td>Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td>Año final</td><td>Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td>2035</td><td>Implementada</td><td>X</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a</td><td colspan="9">GESTIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LAS LADRILLERAS</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="3">Energía</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td>X</td><td colspan="2">IPPU</td><td></td><td colspan="2">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td></td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Ministerio de Comercio, Industria y Turismo</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Gremios, empresas y unidades productivas del sector ladrillero, Mesa Ladrillera, Anafalco, Ministerio de Minas y Energía, UPME, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y CARs.</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD -42,89/tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector energía al cual pertenece esta medida es de USD 4,45/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Mejoramiento de la productividad empresarial.
. Fomento de la innovación tecnológica.
. Mejora en la calidad del aire y reducción de enfermedades respiratorias.
. Impacto en mitigación de carbono negro.
. Beneficios sociales a través del fortalecimiento empresarial.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">Por diseño, se entiende que esta medida solo incluye al sector ladrillero. Sin embargo, en el modelo se identifican posibles efectos de segundo orden porque, tanto cemento como otros sectores (que no son ni cerámica ni cemento en Minerales no metálicos), están en el mismo sector de Minerales no metálicos. Por tanto, la aplicación de una de estas medidas reduce la base sobre la cual actúan las otras, pero solo en el sector de Minerales no metálicos.

La eficiencia energética en ladrilleras inevitablemente cambia la demanda agregada de combustibles fósiles en Minerales no metálicos, dando como resultado el cambio de la base sobre la cual se estiman las reducciones por eficiencia energética y emisiones fugitivas. La demanda de electricidad podría cambiar por un efecto de tercer orden (menos demanda de fósiles, desencadenaría menos producción de fósiles, y finalmente, menos autoconsumo de electricidad por producción de fósiles), pero no se incluye ese efecto.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a</td><td colspan="3">GESTIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LAS LADRILLERAS</td></tr>
<tr><td>Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td rowspan="11">La cuantificación de resultados de esta medida considera las emisiones generadas, tanto en el escenario de referencia como de mitigación, del consumo de combustibles fósiles y biomasa. Las reducciones de emisiones logradas se derivan de la diferencia entre las emisiones de ambos escenarios.

Las emisiones se calculan conforme se realiza en el inventario nacional de GEI para la categoría “Actividades de quema de combustibles”, para lo cual se aplica la Ecuación 2.1 del Volumen 2, Capítulo 2 de las Directrices de IPCC 2006.

En el escenario de referencia, los datos de actividad corresponden a los consumos de combustibles proyectados para los años que conforman el período de reporte y que sirvieron para la modelación de dicho escenario en la NDC 2020. Estos consumos se expresan en equivalencia de contenido energético (Terajoules). Estos datos de actividad se presentan desagregados por tipo de combustible fósil (carbón mineral y gas natural) y biomasa (leña y carbón vegetal).

Por su parte, los datos de actividad en el escenario de mitigación corresponden a los consumos observados de estos combustibles para cada uno de los años del período de reporte. Los factores de emisión utilizados son aquellos reportados por el inventario nacional de GEI más reciente, para cada uno de los combustibles considerados[(a)].

Las emisiones totales para cada escenario se obtienen al sumar las emisiones generadas por el uso de cada uno de estos combustibles. Las reducciones de emisiones se calculan para cada año como la diferencia de las emisiones generadas entre el escenario de referencia y el de mitigación.

Las metodologías previamente señaladas, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de la medida se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM que acompaña el presente BTR.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS (ktCO₂eq.)</td><td>ESPERADAS (ktCO₂eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>1.445,7</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>1.321,2</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>1.413,2</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>1.481,6</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>1.623</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>40</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3">Asegurar la participación equitativa de mujeres en los programas de fortalecimiento de capacidades técnicas y de gestión de la energía/huella de carbono, de acuerdo con la Resolución 273 de 2021, por medio de la cual se crea el Comité de asuntos de Género y empoderamiento económico de la mujer del Sector Comercio, Industria y Turismo (Contribución Determinada a Nivel Nacional (República de Colombia, 2025b)).</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a	GESTIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LAS LADRILLERAS
	Étnico
Observaciones adicionales	
[a]Si bien la leña y el carbón vegetal cuentan con factores de emisión del CO_2, estos no fueron considerados en las emisiones generadas dado que se asumen como biogénicas y, por lo tanto, no poseen un efecto acumulativo en la atmósfera. Para estos combustibles, solo fueron considerados las emisiones de CH_4 y N_2O.	

3.4.3.1.8.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Esta medida se ejecuta bajo los lineamientos normativos de manera integrada con la medida de eficiencia energética en el sector industrial, impulsándose conjuntamente a través de los proyectos como Fábricas de Productividad y Sostenibilidad, Apuestas Productivas Sostenibles, Productividad Verde y Parques Eco-Industriales.

Se adicionan los resultados acumulados del proyecto de eficiencia energética y desarrollo bajo en carbono ejecutado por Fondo Acción, a través de la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM), la cual apoyó la implementación de medidas de mitigación en 18 empresas del subsector ladrillero, cerámico y arcillas. La iniciativa, desarrollada en articulación con la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) y los instrumentos sectoriales de gestión del cambio climático, mejoró los procesos productivos y así fortaleció la competitividad empresarial. Se estimó una reducción de emisiones acumulada de aproximadamente 45.000 tCO_2eq durante el período 2021–2026.

Adicionalmente, se resalta el avance de la industria ladrillera asociada a Anafalco en procesos de modernización tecnológica orientados a mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Entre las principales acciones implementadas, se destacan la incorporación de sistemas de micronización de carbón y la reconversión progresiva de hornos artesanales hacia tecnologías más eficientes, como los hornos tipo Hoffman y tipo Túnel. La micronización de carbón ha permitido alcanzar reducciones cercanas al 20 % en el consumo de combustible, mientras que la adopción de tecnologías de cocción más eficientes ha contribuido a optimizar el desempeño energético de los procesos productivos. Estas medidas han generado beneficios ambientales asociados a la disminución del consumo de carbón, la reducción de emisiones de GEI, de contaminantes criterio y el uso más eficiente de los recursos energéticos, fortaleciendo la competitividad y sostenibilidad del subsector ladrillero.

3.4.3.1.9. Construcción sostenible

Nombre de la medida (MPG 82a)	CONSTRUCCION SOSTENIBLE

Descripción de la medida (MPG 82b)

Esta medida se enmarca en lo establecido en la Guía de Construcción Sostenible que se constituye en un instrumento clave para mitigar el impacto del sector de la construcción. La guía define lineamientos que promueven el ahorro de energía y agua en las nuevas edificaciones, focalizando sus acciones tanto en la tipología de vivienda como en construcciones distintas a vivienda. La Guía tiene soporte normativo en la Resolución 0194 de 2025 que reemplazó a la Resolución 549 de 2015. De esta forma, se busca la promoción de edificaciones sostenibles, mediante estrategias para el uso eficiente del agua y la energía en las edificaciones nuevas que se construyan en el país.

En términos de la mitigación, esta PAM se cimenta en el logro de metas mínimas de ahorro en energía diferenciales por subtipología y zonas climáticas del país, a través de la implementación de medidas pasivas (diseño) y activas (dispositivos) desde la fase de diseño de las edificaciones. La medida contempla favorecer la implementación de la Resolución 0194 de 2025 a nivel local a través de la divulgación de las disposiciones normativas y las herramientas técnicas dispuestas para este fin.

Esta se compone de dos actividades: i) la reducción de los consumos de energía en viviendas y ii) la reducción de los consumos de energía en edificaciones distintas a vivienda (ej. hoteles, hospitales, escuelas, etc.) a nivel nacional. Por lo tanto, la mitigación comprende los resultados de ambas actividades.

Objetivos de la medida (MPG 82c)

- Implementar las disposiciones definidas en la Resolución 0194 de 2025 en términos del uso eficiente de la energía en las nuevas edificaciones que se construyan en el país.
- Reducir el consumo de agua y energía en edificaciones nuevas destinadas a vivienda.
- Reducir el consumo de agua y energía en edificaciones nuevas distintas a vivienda.

Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)	Estado de la medida (MPG 82e)	
2020	Regulatorio	Prevista	
Año final		Aprobada	
2030		Implementada	X

Sectores que impacta (MPG 82f)	Categoría IPCC prevaleciente				Energía	
	Energía	X	IPPU		LULUCF	
	Transporte		Agricultura		Residuos	

Gases afectados (MPG 82g)								
	CO_2	X	N_2O	X	PFC		NF_3	
	CH_4		HFC		SF_6		OTRO	

Entidad responsable (MPG 82i)	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)	Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), Cámara Colombiana de la Infraestructura (CAMACOL), Departamento Nacional de Planeación (DNP), Ministerio de Minas y Energía, UPME, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Entidades territoriales y distritales, autoridades urbanísticas, otros gremios, entidades de cooperación y academia.

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="4">CONSTRUCCION SOSTENIBLE</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="4">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 1.262,50/tCO₂eq con base en las estimaciones realizadas bajo la Resolución 0549 de 2015. En comparación el CMA promedio calculado en general para el sector energía al cual pertenece esta medida es de USD 4,45/tCO₂eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO₂eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="5">. Reducción del consumo de agua y energía en edificaciones
. Disminución de emisiones de GEI en el sector construcción
. Contribución al cumplimiento de la NDC y la carbono neutralidad al 2050.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="5">La eficiencia energética en edificios cambia la demanda agregada de combustibles fósiles y de electricidad, por ende, cambiando la base sobre la cual se estiman las reducciones por eficiencia energética en la oferta, generación eléctrica y emisiones fugitivas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="11">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS (ktCO₂eq.)</td><td>ESPERADAS (ktCO₂eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NE</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>27,1</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="4">Género</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="5">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.1.9.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Entre la vigencia 2024 y 2025 se surtió el proceso de expedición del instrumento normativo, que incluyó la consolidación de los insumos técnicos y regulatorios, seguido de un periodo de participación ciudadana, con el cual se alcanzó la publicación de la Resolución 0194 de 2025. La implementación adecuada de esta normativa aporta, entre otros aspectos, a:

- La reducción en los consumos de agua y energía en las nuevas edificaciones del país que oscilan entre el 5-30 % respecto a la línea base dispuesta por la norma.
- El mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y confort en los proyectos edificatorios.
- La disminución de presiones sobre los recursos naturales.
- El cumplimiento de las metas nacionales en materia de sostenibilidad y acción climática, entre otras.

Adicionalmente, se expidieron instrumentos técnicos complementarios que facilitan la comprensión respecto a la aplicación de estrategias de sostenibilidad en los territorios tales como:

- Guía de fichas técnicas de proyectos VIS y VIP con prácticas de sostenibilidad.
- Guía para orientar la formulación e implementación de incentivos a la construcción sostenible en Colombia.
- Guía de estrategias de sostenibilidad y resiliencia para los mejoramientos de vivienda en Colombia.
- Resolución 0534 de 2025 y anexo de criterios de sostenibilidad (ciclo de vida).

La cuantificación de los avances sobre la reducción de emisiones e indicadores de impacto asociados a la implementación de la medida no pudo ser consolidada de manera cuantitativa en el presente informe, debido a limitantes en la disponibilidad de la información oficial y oportuna que dé cuenta sobre la aplicación efectiva de la política pública en las edificaciones del país. De esta manera, con el propósito de salvaguardar los principios de precisión y transparencia sectorial, se optó por un reporte cualitativo de las acciones identificando como una necesidad apremiante el desarrollo de una metodología de estimación sobre el impacto en la implementación de la norma que se complemente con el mecanismo de seguimiento y control adoptado mediante el anexo 3 de la Resolución 0194 de 2025, que permita estandarizar la recolección de datos y robustecer la trazabilidad para los próximos Informes Bienales de Transparencia.

3.4.3.2. Sector Transporte

El sector transporte ha sido históricamente la cuarta fuente más grande de emisiones de GEI en Colombia, con un aporte anual promedio aproximado del 10,8 % respecto a las emisiones totales. Debido a su impacto ambiental y su papel central en la economía y el desarrollo urbano y rural, el país ha impulsado una serie de PAM orientadas a transformar profundamente este sector, las cuales hacen parte del portafolio de mitigación de la NDC vigente, así como de varios instrumentos de política nacional y sectoriales.

Tabla 3-28. Articulación entre el PND 2022-2026 y las PAM del sector Transporte.

Catalizador 5 de la Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática del PND 2022 – 2026.

Relación con las PAM del sector
Programas y acciones estratégicas: a. **Fortalecimiento del marco normativo e incentivos para la descarbonización del sector:** Se implementarán incentivos, financiamiento y exenciones fiscales (como la exención de IVA) para vehículos de cero y bajas emisiones, priorizando tecnologías eléctricas e hidrógeno. Se revisará y ampliará el Fondo para la Promoción de Ascenso Tecnológico – Fopat, y se actualizarán regulaciones para establecer metas, incentivos y restricciones en la modernización del sector, utilizando el sistema SICE-TAC como referencia. b. **Descarbonización de los sistemas de transporte público cofinanciados**: Se desarrollará infraestructura energética, especialmente para electrificación, y se reforzarán compromisos de sostenibilidad en sistemas de transporte público cofinanciados, alineados con la Política Nacional de Cofinanciación. c. **Infraestructura de carga para el ascenso tecnológico del sector:** Se exigirá infraestructura de carga para vehículos de cero y bajas emisiones en proyectos de transporte público y privado. d. **Modos de transporte más eficientes:** Se priorizarán proyectos férreos, acuáticos y aéreos que reduzcan emisiones y costos logísticos. También se impulsará el uso de combustibles sostenibles de aviación (SAF) para mitigar emisiones en el transporte aéreo. e. **Fortalecimiento de la industria nacional y capacidades técnicas para el ascenso tecnológico del sector:** Se promoverá la industria nacional y la formación en tecnologías de cero y bajas emisiones, con énfasis en vehículos eléctricos e hidrógeno, en línea con la Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional. f. **Movilidad activa, segura, sostenible y con enfoque diferencial en ciudades y regiones:** Se priorizará la movilidad activa (a pie, bicicleta), con enfoque inclusivo de género y diferencial, alineado con la Estrategia Nacional de Movilidad Activa y las medidas de movilidad eléctrica, y NAMA TAnDem (ahora movilidad activa), sumado a la generación de los lineamientos de Desarrollo orientado al transporte (ToD).

Nota. Elaboración propia con información de PND 2022 – 2026.

Estas PAM incluyen la adopción de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones; la promoción de modos de transporte sostenibles, como el transporte férreo y fluvial para carga y la movilidad activa de pasajeros; y la modernización

de flotas, tanto en transporte de pasajeros como de carga, para mejorar su eficiencia. Además, con la implementación de estándares, incentivos financieros y mejoras en la infraestructura, el país busca avanzar hacia un sistema de transporte que no solo contribuya a la reducción de emisiones, sino también a la creación de ciudades y regiones más conectadas y accesibles.

El PND 2022–2026, refuerza este compromiso a través de su transformación clave denominada "Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática". Dentro de este marco, el catalizador 5, Ascenso tecnológico del sector transporte y promoción de la movilidad activa, respalda la ejecución de las PAM del sector establecidas en la NDC, garantizando que los esfuerzos de mitigación se traduzcan en acciones concretas y viables. Además, el PND establece un objetivo específico de reducción de emisiones de GEI para el sector transporte, con una meta de disminuir 2.231.398 toneladas de GEI durante el cuatrienio 2022–2026, contribuyendo de manera tangible a las metas de mediano plazo de la acción climática del país. En la Tabla 3-28 se describe la relación de este catalizador con las PAM del sector.

Las PAM del sector incluidas en el portafolio de mitigación de la NDC vigente son siete, que a su vez fueron adoptadas en la Ley 2169 de 2021 y cuyo objetivo principal son las reducciones de emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O del sector transporte. Son acciones lideradas principalmente por el Ministerio de Transporte de Colombia en conjunto con otras entidades del gobierno, salvo la medida "Gestión de proyectos para la mejora de operaciones logísticas y manejo de producto en centros de abastecimiento", que se encuentra a cargo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. En su conjunto representan un potencial estimado de mitigación en 2030 de 6,5 millones de t de CO_2eq, con cobertura en las siguientes fuentes de emisión de las categorías del IPCC 2006: 1A3a - Aviación nacional; 1A3b - Transporte por carretera; 1A3c - Transporte ferroviario y 1A3d - Navegación nacional. No se incluyen acciones con alcance a la navegación marítima y vuelos internacionales. Estas PAM son:

- Movilidad activa35.
- Programa de modernización de transporte automotor de carga.
- Movilidad eléctrica
- Cambio a modo transporte de carga carretero a fluvial Río Magdalena.
- Rehabilitación del corredor férreo La Dorada - Chiriguaná - Santa Marta.
- Navegación basada en desempeño – PBN.
- Gestión de proyectos para la mejora de operaciones logísticas y manejo de producto en centros de abastecimiento.

35 En la actualización de la NDC 2020 esta medida fue denominada como NAMA TANDEM, sin embargo, al incorporar la Estrategia Nacional de Movilidad Activa (ENMA), se optó por modificar su denominación. Esta modificación fue advertida en BTR1.

A continuación, se describe en formato tabular cada una de las siete PAM en función de lo que establecen las MPG 82 a 86 y para cada una de ellas se incluye un resumen del avance en la gestión de la mitigación realizada.

3.4.3.2.1. Movilidad activa

Nombre de la medida (MPG 82a)	MOVILIDAD ACTIVA
Descripción de la medida (MPG 82b)	
La medida se fundamenta en la implementación integral de la Estrategia Nacional de Movilidad Activa con enfoque de género y diferencial (ENMA) a través de las siete líneas de acción que promueven la movilidad activa en las ciudades colombianas, y que incremente la participación modal de los modos activos (caminata y bicicleta) en 5,5 puntos porcentuales. La ENMA impacta positivamente la preservación del medio ambiente y permite que, a través de instrumentos, directrices e intervenciones, se estimule y potencialice la conciencia sobre la importancia de la movilidad activa y el cuidado de la vida en Colombia. El efecto de la mitigación de la medida se origina como resultado del cambio modal en la movilización, desestimulando el uso del vehículo particular y el transporte automotor basado en combustibles fósiles por transporte y medios de movilidad con nula o baja intensidad de carbono. La medida se fundamenta en las siguientes actividades: . Realizar eventos, reuniones y encuentros orientados a la articulación, planeación e implementación de las medidas de la ENMA, complementado con la implementación del Ciclo de Fortalecimiento Territorial como estrategia de gobernanza para consolidar capacidades institucionales y territoriales. De manera articulada, se prevé la creación de una instancia de coordinación intersectorial de movilidad activa y la actualización del plan de implementación de la ENMA, fortaleciendo los mecanismos de gobernanza. Adicionalmente, en el componente normativo, se contempla la evaluación de la pertinencia para la formulación y expedición de instrumentos normativos que promuevan el transporte de carga en modos activos a nivel nacional, contribuyendo a un marco regulatorio habilitante para la movilidad sostenible. . Implementación y seguimiento de la Gestión de la Información, Monitoreo y Seguimiento de la ENMA. Comprende la recolección, sistematización y análisis de la información asociada a los indicadores, así como el seguimiento a las acciones de la estrategia tanto a nivel nacional como territorial. De manera complementaria, se contempla la estructuración del sistema de gestión de recursos para la creación del SIMA, y su posterior puesta en funcionamiento, lo cual incluye la definición del flujo de reporte, los procesos de verificación y la estructuración de datos abiertos para la descarga de información y generación de reportes. Este conjunto de actividades se articula con la elaboración periódica de reportes de indicadores de movilidad activa en el marco de la ENMA, con el fin de fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia. . Implementación y seguimiento de los Lineamientos Técnicos para la Infraestructura, la Gestión de la Movilidad y la Planeación Territorial en el marco de la ENMA. Comprende la socialización de guías y lineamientos orientados al desarrollo de proyectos de movilidad activa, así como la estructuración técnica, legal y financiera de dichas iniciativas, que incluyen componentes de infraestructura, sistemas de movilidad compartida, estrategias de promoción y gestión de la demanda. De manera articulada, se contempla la implementación de los proyectos de movilidad activa y el seguimiento y evaluación de los impactos generados, con el fin de medir su alcance, efectividad y contribución al fortalecimiento de la movilidad activa en Colombia.	
Objetivos de la medida (MPG 82c)	
. Fomentar los programas de transporte urbano sostenibles al igual que los componentes de política y regulación que promuevan el Transporte No Motorizado (TNM) y el desarrollo de infraestructura dedicada para la movilidad a pie y en bicicleta. . Potencializar estrategias de integración del TNM a los sistemas de transporte público urbano que ya están implementados o que se están estructurando.	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="9">MOVILIDAD ACTIVA</td></tr>
<tr><td>Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="5">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td>2018</td><td colspan="3" rowspan="3">Regulatorio</td><td colspan="4">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td>Año final</td><td colspan="4">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td>2035</td><td colspan="4">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="5">Transporte</td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td></td><td colspan="2">IPPU</td><td></td><td colspan="2">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td>X</td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Ministerio de Transporte</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="6">Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD -389,85 /tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector transporte al cual pertenece esta medida es de USD 696,27/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Mejora en la movilidad de las ciudades.
. Reducción de contaminantes atmosféricos.
. Mejoras en la salud personal.
. Reducción de costos de transporte.
. Reducción de tiempos de viaje.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">Cambios modales de transporte de pasajeros livianos a movilidad activa reduce el consumo de combustibles fósiles, por ende, afecta la base para las medidas de eficiencia en la oferta y emisiones fugitivas. Si el cambio modal ocurre también a vehículos eléctricos, entonces afectaría las medidas de respuesta a la demanda y diversificación de la matriz igualmente.

Asimismo, cambiaría la base de sustitución de flotas en vehículos particulares livianos para movilidad eléctrica.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="7">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="3">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la</td><td>AÑO</td><td colspan="3">LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td colspan="3">ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="3">NE</td><td colspan="3" rowspan="2">El país solo presenta las emisiones esperadas</td></tr>
<tr><td>2021</td><td colspan="3">NE</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="4">MOVILIDAD ACTIVA</td></tr>
<tr><td colspan="2">medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>2022</td><td>NE</td><td rowspan="9">de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>2030</td><td>-</td><td>126,10</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="4">Género</td></tr>
<tr><td colspan="4">Incluir el enfoque de género en los indicadores de movilidad activa dispuestos en la ENMA, como por ejemplo los porcentajes de viajes de mujeres en modos activos que sirve para direccionar políticas, programas y proyectos que promuevan de forma sectorizada una movilidad activa más segura, conforme con el compromiso del sector Transporte dispuesto en el Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia (PAGCC-CO) (República de Colombia, 2025c).</td></tr>
<tr><td colspan="4">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="5">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.2.1.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

En el marco de la ENMA, se adelantó un diagnóstico de la movilidad activa en los territorios con la participación de las entidades locales, organizaciones sociales, colectivos y comunidades, enriqueciendo la formulación de la Estrategia. En cuanto al fortalecimiento de la gobernanza, los esfuerzos se han concentrado en la creación de instancias de articulación, el establecimiento de alianzas estratégicas y el fortalecimiento de capacidades técnicas para institucionalizar la movilidad activa con enfoque de género y diferencial a nivel nacional y territorial. Entre los resultados, se destaca la creación de la Mesa de Coordinación Interinstitucional de Movilidad Activa con enfoque de género y diferencial – Mesa CIMA, bajo la Resolución 20243040037895 de 2024 del Ministerio de Transporte, como una instancia de articulación multisectorial a nivel país.

Respecto a la línea estratégica de Planeación y Ordenamiento Territorial, se elaboraron y publicaron instrumentos para incentivar a las entidades territoriales a incluir lineamientos que fomentan la movilidad activa, entre los cuales se

encuentran las guías de sistema de bicicletas compartidas[36], ciclo-infraestructura de alto impacto[37], la evaluación económica de proyectos de movilidad activa[38] y los lineamientos de transporte para la formulación de los planes de desarrollo territoriales[39].

Así mismo, se ha avanzado en la firma de acuerdos de cooperación internacional, como el convenio con la GIZ (Cooperación alemana al desarrollo) para el programa ProMOVIS (2025 – 2028), que busca desarrollar propuestas para que las ciudades colombianas alcancen modelos de transporte sostenibles, inclusivos y bajos en emisiones. Como resultado del fortalecimiento técnico territorial, en 2025 se desarrolló un curso de "Movilidad Urbana Sostenible" en alianza entre GIZ y la Universidad EAFIT, abordando las siguientes temáticas: intermodalidad bicicleta con sistemas de transporte público, movilidad peatonal, ciclo infraestructura con enfoque de género y diferencial, acceso a financiación a través del Sistema General de Regalías, entre otros. Además, se llevaron a cabo al menos nueve sesiones de encuentros virtuales y presenciales entre 2024 y 2025, con apoyo del Memorando de Entendimiento con los Países Bajos.

Adicionalmente, a través del programa ProMOVIS se adelantó la creación de la caja de herramientas de Movilidad Sostenible[40], que consiste en un portal web que servirá como mecanismo de integración de diversas fuentes de información, plataforma de reporte, verificación y publicación de indicadores de movilidad sostenible, con el objetivo de mantener una actualización anual de los indicadores de la ENMA.

También se han realizado avances en la estructuración y creación de información para el Sistema Nacional de Información de Movilidad Activa con enfoque de género y diferencial (SIMA), con la actualización de las cifras de los indicadores de la ENMA. Esto permitió crear información georreferenciada de infraestructura peatonal y ciclista, distribuidas en 17 ciudades.

Complementariamente, el Ministerio de Transporte ha desarrollado sesiones de transferencia de conocimiento y creación de capacidades en las entidades territoriales para implementar planes, programas y proyectos que fomenten la movilidad activa en sus territorios. Como resultado, se identificó que 12 municipios han incluido indicadores y recursos para la promoción de la movilidad activa en sus planes de desarrollo. Adicionalmente, se estimó que, para 2026, existen 1.300 km de cicloinfraestructura distribuida entre 34 ciudades; 10 sistemas de bicicletas compartidas en funcionamiento en 19 municipios y 2 más

36 Disponible en: Guia de Sistemas de Bicicletas Compartidas.pdf
37 Disponible en: wr3nmkqzpxdr4fzezdt4egiebo8c5svzv3bitgbt.pdf
38 Disponible en: Guia-MA-Final_V2_compressed.pdf
39 Disponible en: Orientaciones - Transporte.pdf
40 Disponible en: Caja de herramientas Caja de herramientas para la formulación de proyectos en cambio climático

en proceso de estructuración; y 4.121 cicloparqueaderos públicos en 46 municipios, de los cuales 2.782 se encuentran en Bogotá.

3.4.3.2.1.2. Avances en la inclusión del Enfoque de Género y Diferencial en la Estrategia Nacional de Movilidad Activa - ENMA

En el documento base del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026, "Colombia, Potencia Mundial de la Vida", (Departamento Nacional de Planeación, 2023), dentro de la apuesta de "Transformación productiva, internacionalización y acción climática", se establece como prioridad la ejecución de acciones que potencien el desarrollo del país, minimizando los impactos ambientales y dando valor a la gestión del cambio climático, en la cual el sector transporte se reconoce como uno de los principales actores de dicha gestión. En este contexto, desde el Ministerio de Transporte de Colombia se formuló la ENMA, con el propósito de dar respuesta a las necesidades de movilidad de las personas más vulnerables en la vía, en todos sus contextos; y los desafíos asociados al cambio climático, con el fin de garantizar la sostenibilidad ambiental del país.

La Estrategia plantea el reto de identificar los modelos de gobernanza existentes en Colombia en torno a la movilidad, entendidos como la articulación entre actores a través de políticas públicas y acciones orientadas al mejoramiento de las vías, la seguridad vial y la cultura en torno a los modos de transporte activo, incorporando una perspectiva de género y diferencial de manera transversal en las diferentes acciones, líneas de trabajo, procesos de toma de decisión y propuestas lideradas por las entidades responsables en el plan de acción planteado para adelantar esta estrategia hasta el año 2030.

La ENMA (Estrategia Nacional de Movilidad Activa Con Enfoque de Género y Diferencial) se apoya en los compromisos adquiridos por el Gobierno Nacional a través de la Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional (CONPES 3991, 2020b), la Ley de Acción Climática (Ley 2169 de 2021), los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas, 2018), la Nueva Agenda Urbana – Hábitat III (2016), la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 2020), la Resolución 2254 de 2017 sobre la Norma de Calidad del Aire, la ENCA (Estrategia Nacional de Calidad de Aire) y el Plan Nacional de Seguridad Vial 2022–2031.

En el año 2022, como parte de los compromisos establecidos en el CONPES 3991 de 2020 – Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional, el Gobierno Nacional formuló la ENMA, la cual fue adoptada en noviembre de 2022 mediante la Resolución 202240067515 del Ministerio de Transporte.

La Estrategia tiene un horizonte de implementación al año 2030, con acciones de corto y mediano plazo. El Plan de Acción está compuesto por 16 acciones generales y 57 acciones específicas (condiciones técnicas), de las cuales 38

corresponden al orden nacional y 19 al orden local. La ENMA se encuentra incluida en las Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2023–2026 (Departamento Nacional de Planeación, 2023), con acciones orientadas a avanzar hacia el objetivo de consolidar al país como una potencia mundial de la vida, gestionando condiciones seguras y accesibles para toda la población y promoviendo el uso de la movilidad activa en el territorio nacional.

De otro lado, la Estrategia busca dar cumplimiento a los compromisos adquiridos por Colombia frente a la comunidad internacional en materia de mitigación de los efectos adversos del cambio climático, y plantea acciones a nivel nacional y local, estructuradas a partir de los retos diagnosticados en seis líneas de trabajo:

- Gobernanza
- Promoción y transformación cultural
- Planeación territorial y seguimiento
- Información y monitoreo
- Normatividad
- Financiación

La Estrategia busca generar los instrumentos, directrices e intervenciones necesarias, con enfoques de género y diferencial, para promover la movilidad activa en el territorio nacional, garantizar el bienestar de la población usuaria de los modos activos, generar nuevos hábitos de movilidad e invitar a personas usuarias de otros modos de transporte a adoptar los modos activos de manera cómoda y segura, identificando las prioridades y necesidades de la población, reconociendo las desigualdades y respondiendo a su necesaria transformación.

En el marco de los compromisos con la igualdad de género, la equidad y la inclusión, se destaca el CONPES 4080 de 2022, “Política Pública Nacional de Equidad de Género para las Mujeres: Hacia el desarrollo sostenible del país”, el cual incluye como uno de sus lineamientos el fortalecimiento de la institucionalidad para la transversalización del enfoque de género en asuntos estratégicos del Estado y la transformación cultural. Esto implica avances necesarios en la incorporación del enfoque de género en las políticas, programas y proyectos del sector transporte, como es el caso de la ENMA, con el fin de identificar y eliminar brechas históricas de género y promover condiciones de igualdad real para todas las personas.

La ENMA asume la transversalización del enfoque de género y diferencial de manera progresiva, y como componentes vitales al abordar la sostenibilidad. Dentro de los ejercicios desarrollados en el marco de la Estrategia, se adelantó un diagnóstico sobre la movilidad activa en los territorios, con la participación de entidades locales, organizaciones sociales, colectivos y comunidades, lo que enriqueció su formulación mediante un proceso participativo que incorporó diferentes miradas, intereses y necesidades de niñas y niños, mujeres en sus

diferencias y diversidades, personas con discapacidad, personas LGBTIQ+, entre otras poblaciones que utilizan los diferentes modos activos. Este proceso permitió reconocer necesidades y experiencias de viaje diversas, con el objetivo de avanzar hacia ciudades más amigables, accesibles, incluyentes, seguras y, en consecuencia, más habitables.

La implementación progresiva y articulada de la Estrategia implica reconocer desafíos y retos específicos en materia de equidad de género, particularmente frente a las desigualdades en el acceso a oportunidades de las mujeres que inciden en su participación y la incorporación de variables de género y diferenciales que complementen los análisis territoriales y permitan operaciones estadísticas, así como frente a la seguridad vial y personal y las violencias basadas en género en el espacio y el transporte público, que generan usos y accesos diferenciados por parte de mujeres, hombres y personas no binarias, entre otras.

Se plantea identificar y priorizar las acciones en el plan de acción que, en su enunciado, incluyen el enfoque de género. Asimismo, adelantar acompañamiento técnico a través de las profesionales que transversalizan el enfoque en cada entidad, bien sea en los espacios de gobernanza de la estrategia, o estableciendo nuevas sesiones de trabajo. Esto tiene un espectro de implementación que va desde el segundo semestre 2026 hasta el año 2027 según acuerdos a validar con entidades.

A continuación, se presentan los avances más significativos asociados a cada una de las condiciones técnicas y acciones específicas de la ENMA, reconociendo como ejes fundamentales para la transversalización del enfoque de género y diferencial la participación incidente de la ciudadanía y las instituciones, el fortalecimiento de la gobernanza, la vinculación de actores clave, la democratización de la información y la incorporación de preguntas y variables desagregadas por sexo y género, principalmente en los instrumentos de captura de información, que permitan análisis posteriores para la toma de decisiones. Estas acciones se adelantan de manera progresiva, reconociendo las capacidades y los avances iniciales de los territorios.

a. Gobernanza

Se fortaleció la gobernanza de la medida mediante la creación de la Mesa de Coordinación Interinstitucional de Movilidad Activa con enfoque de género y diferencial (Mesa CIMA), establecida mediante la Resolución 20243040037895 de 2024 del Ministerio de Transporte. Esta instancia constituye el principal mecanismo de articulación interinstitucional para el seguimiento y coordinación de las acciones de la ENMA a nivel nacional.

Asimismo, se consolidaron alianzas estratégicas con organismos de cooperación internacional, entre ellas el programa ProMOVIS desarrollado con la Cooperación Alemana (GIZ) y el Memorando de Entendimiento con el Reino de los Países Bajos (2023–2028). Estos instrumentos han apoyado la implementación de acciones de fortalecimiento territorial, asistencia técnica y desarrollo de herramientas para la movilidad activa. Además, estos acuerdos han permitido desarrollar productos que han servido para la implementación de varias acciones de la ENMA, con especial énfasis en el Ciclo de Fortalecimiento Técnico Territorial, incluyendo sesiones sobre ciclo infraestructura e intermodalidad, así como la publicación de guías de sistemas de bicicletas compartidas (C40 Cities Finance Facility et al., 2022), ciclo infraestructura de alto impacto (2023) y evaluación económica de proyectos de movilidad activa, la Resolución 20243040045005 del Ministerio de Transporte para adoptar el nuevo Manual de Señalización Vial de Colombia, el cual incluye criterios con enfoque de género y diferencial, así como guías de Pacificación del Tránsito en 2024 y de Urbanismo Táctico en 2025; entre otros.

Se dispuso la herramienta web denominada Escuela Virtual de Seguridad Vial, desarrollada en conjunto con la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) desde 2020, con el objetivo de democratizar la información y ofrecer educación vial gratuita y accesible para todas las personas. En 2023 se publicaron las Orientaciones de Transporte para la Formulación de los Planes de Desarrollo Territoriales (Ministerio de Transporte, 2023), con el fin de fortalecer la formulación de estos planes con un mayor énfasis en seguridad vial, movilidad activa y enfoque de género. Asimismo, se destaca la adopción de la Estrategia Nacional para Abordar la Violencia Sexual (ENVIS) (2024) en el transporte público y la movilidad activa mediante la Resolución 20253040045835 de 2025, fortaleciendo la incorporación del enfoque de género en el transporte público y consolidando un instrumento de política pública para la prevención y atención de violencias, el cual es fundamental para promover una movilidad sostenible y activa más segura.

En relación con el fortalecimiento de la gobernanza, los esfuerzos se han concentrado en la creación de instancias de articulación, el establecimiento de alianzas estratégicas y el fortalecimiento de capacidades técnicas para institucionalizar la movilidad activa con enfoque de género y diferencial a nivel nacional y territorial. En este proceso se han identificado sectores claves para la interlocución, como seguridad, mujer y/o Integración social, cultura y deporte, con el fin de transversalizar el enfoque de género a través de la implementación y reportes de este plan de acción, con un reporte cualitativo sobre sus avances.

Además de lo reportado previamente, en materia de fortalecimiento de capacidades, se adelantó una consultoría para formular los lineamientos y procedimientos para la operación de la Mesa CIMA, cuyo objetivo incluyó el diseño y publicación de una Caja de Herramientas con insumos normativos y técnicos que orientan la transversalización del enfoque de género y diferencial, así como el sistema de monitoreo y seguimiento. Esta consultoría se desarrolló

en el periodo comprendido entre el 25 de noviembre de 2024 y el 22 de mayo de 2025.

En el marco de la operación de la Mesa CIMA y el desarrollo de comités técnicos y mesas especializadas, se ha promovido la participación y cualificación de las entidades del orden nacional, responsables y corresponsables de la implementación de la ENMA. Entre estas, se destacan el Ministerio de Salud, Ministerio de la Igualdad, DNP y ANSV. Estos espacios han contado con una participación equilibrada, conformada en un 44 % por hombres y un 56 % por mujeres, todas vinculadas al cumplimiento de las acciones del Plan de Acción. Esta instancia opera como un espacio de articulación interinstitucional para la toma de decisiones, el seguimiento y la coordinación de acciones de política pública en movilidad activa.

El referido Ciclo de Fortalecimiento Técnico Territorial ha desarrollado espacios de capacitación, intercambio y asistencia técnica dirigidos a una diversidad de actores, incluyendo entidades territoriales, equipos técnicos. Este ciclo corresponde a un proceso integral, progresivo y de largo plazo orientado al desarrollo de capacidades autosostenibles para la implementación de la movilidad activa con enfoque de género y diferencial en los territorios. En estos espacios se han abordado temas como la incorporación del enfoque de género y diferencial en la movilidad activa, el diseño y evaluación de cicloinfraestructura, la intermodalidad, la seguridad vial y personal, la prevención de violencias basadas en género en el espacio público y el transporte, así como la generación y uso de información para la toma de decisiones. Asimismo, se han incorporado instrumentos de registro o listados de asistencia con variables de género y diferencial que caractericen las personas y entidades para el seguimiento de la participación, mediante herramientas digitales como Survey123, que permiten consolidar información sociodemográfica de las y los participantes, así como su ubicación geográfica. Esta información constituye un insumo relevante para alimentar el Sistema de Información de Movilidad Activa (SIMA) y fortalecer los procesos de monitoreo y análisis.

En este contexto, la participación se ha podido analizar y ampliar con la información suministrada por los listados de asistencia que se han adaptado según las necesidades, por lo cual los datos son limitados en esta primera etapa. No obstante, se ha evidenciado que, en las sesiones virtuales de cualificación, las mujeres han participado en promedio entre el 40 % y el 60 %, con variaciones según la temática abordada. De esta manera, se han alcanzado avances en la inclusión, aunque persiste la necesidad de fortalecer la participación paritaria en los espacios de participación y fortalecimiento, institucional y con ciudadanía.

b. Promoción y transformación cultural

En el ámbito de la promoción y transformación cultural, los avances se han enfocado principalmente en la actualización de guías técnicas, así como en el desarrollo de estrategias pedagógicas y de cambio cultural que priorizan la movilidad activa en espacios inclusivos y seguros, reconociendo las brechas de género existentes y respondiendo a las diferencias sociales, culturales y físicas que influyen en la experiencia de movilidad de las personas.

La ANSV implementó los programas Bici Destrezas y Moto Destrezas, orientados al fortalecimiento de habilidades para una movilidad más segura con enfoque de género. Estos programas se desarrollaron con alcance nacional, mediante una estrategia de implementación territorial focalizada en departamentos y municipios priorizados según criterios de siniestralidad y necesidades de intervención, incluyendo territorios como Cundinamarca, Valle del Cauca, Meta, Cauca, Nariño, entre otros, y extendiéndose a sus municipios aledaños. En este marco, se desarrollaron estrategias pedagógicas dirigidas a actores viales. El enfoque de género se incorporó mediante la adaptación de contenidos y metodologías que reconocen las barreras diferenciadas en el acceso y uso de la movilidad activa, especialmente para las mujeres, incluyendo aspectos como la seguridad personal, la percepción de riesgo en el espacio público y la prevención de violencias basadas en género, así como acciones orientadas a promover su participación en condiciones seguras.

Adicionalmente, se lideraron campañas de comunicación para la protección de los actores viales vulnerables. De manera complementaria, se actualizaron las mallas curriculares de los Centros Integrales de Atención (CIA) dirigidos a personas infractoras de tránsito, incorporando los principios de Visión Cero y la protección de los actores viales más vulnerables.

En educación vial, se avanzó en la propuesta técnica para reglamentar la Ley 2222 de 2022, alineada a lo establecido en la Ley 1503 de 2011, mediante mesas de trabajo entre la ANSV, el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de Transporte, con el fin de incluir la movilidad activa dentro de la educación formal. En la propuesta de reglamentación de dicha Ley, las entidades territoriales deberán incluir en sus Planes Territoriales de Formación Docente programas de formación continua para fortalecer la educación vial, teniendo en cuenta el enfoque de género y diferencial, así como lo demás enfoques definidos en el marco de la formación integral de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes.

En relación con las sensibilizaciones realizadas, particularmente en la promoción del uso de la bicicleta, se han desarrollado acciones en vía, principalmente en articulación con la ANSV, orientadas a brindar recomendaciones sobre el uso seguro de la bicicleta a personas usuarias en contexto real de circulación. En estos espacios, además de promover prácticas seguras, se socializan instrumentos como la ENMA y el Programa Nacional para el Fomento del Uso de la Bicicleta

(PFUB). La participación registrada en estas actividades evidencia una mayor presencia de hombres (72,8 %) frente a mujeres (28 %), lo cual plantea el reto de incrementar el uso de la bicicleta por parte de mujeres y niñas, mediante acciones afirmativas y específicas orientadas a colectivos y grupos de mujeres, considerando los impactos y beneficios asociados en términos de economía, salud y del cuidado.

c. Planeación territorial

En cuanto a los instrumentos de planeación territorial, los avances en la implementación de la ENMA se han orientado a fortalecer la incorporación de la movilidad activa en los instrumentos de planificación territorial, y a brindar herramientas técnicas que faciliten su implementación en las entidades territoriales, reconociendo el impacto diferenciado en la población y los territorios desde el enfoque de género y diferencial. Estas acciones se ven reflejadas en la transferencia de conocimiento y en la construcción de capacidades en las entidades territoriales para la formulación e implementación de planes, programas y proyectos orientados a la movilidad activa. Como resultado, se identificó que en 12 municipios se incluyeron proyectos de movilidad activa en sus planes de desarrollo durante esta administración.

La ANSV elaboró la Guía Metodológica para la Formulación de Planes Locales de Seguridad Vial (2015) y la Guía para la inclusión de la seguridad vial en la formulación de instrumentos de planificación territorial (Ministerio de Transporte, 2015), las cuales constituyen insumos clave para el acompañamiento técnico a los municipios. De manera complementaria, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) realizó asistencias técnicas en movilidad sostenible en ciudades como Santa Marta, Cali y Pereira, en articulación con el Ministerio de Transporte y la Cooperación Alemana (GIZ).

El fortalecimiento de los Planes de Desarrollo avanzó con la elaboración de la Caja de Herramientas de Movilidad Activa, concebida como una guía de apoyo para el desarrollo de iniciativas territoriales. Asimismo, se ha apoyado en la realización del webinar “Por una movilidad sostenible y segura en nuestros planes de desarrollo local” en 2024, orientado a promover la incorporación de la movilidad activa en estos instrumentos a nivel municipal.

d. Información, seguimiento y monitoreo

En materia de gestión de información, seguimiento y monitoreo, los avances se han centrado en el fortalecimiento de los procesos de recolección, sistematización y análisis de información, identificando la necesidad de incorporar variables desagregadas por sexo, identidad de género y otras variables diferenciales en los instrumentos identificados, de manera progresiva, con el fin

de apoyar la toma de decisiones, generar respuestas de impacto y facilitar el seguimiento a la implementación de la ENMA.

En la construcción del Sistema de Información de Movilidad Activa (SIMA), se inició con una solicitud masiva de información a las 38 entidades territoriales que hacen parte del diagnóstico de la ENMA (2022a), incluyendo municipios, áreas metropolitanas y gobernaciones, con el fin de recopilar información sobre acciones, proyectos e indicadores relacionados con la promoción de la movilidad activa en sus territorios; seguida de su sistematización y georreferenciación. Mediante un convenio con la Universidad Nacional de Colombia en 2024, se obtuvo información actualizada de 256 municipios y ciudades a nivel nacional. En 2025 se priorizó la construcción de 17 salidas cartográficas con información de ciclo infraestructura correspondientes a las ciudades priorizadas en la NDC 2.0. incluyendo Armenia, Barranquilla, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Leticia, Medellín, Montería, Neiva, Pasto, Pereira, Popayán, Santa Marta, Sincelejo, Soacha, Soledad y Valledupar, cuya información fue estructurada en bases geográficas para su integración y análisis dentro del SIMA. Actualmente, con apoyo de la Cooperación Alemana (GIZ), se desarrolla una consultoría para diseñar una Herramienta de Movilidad Sostenible orientada a estandarizar la captura y gestión de datos que alimentarán el SIMA.

Respecto a la articulación con observatorios, se adelantaron acciones de coordinación con el Observatorio Nacional de Seguridad Vial de la ANSV y su Red de Observatorios Territoriales (ROT), con el objetivo de identificar necesidades de información y fortalecer la generación de datos en las ciudades. De manera complementaria, se explora la interoperabilidad con el Observatorio Nacional Logístico del DNP. Esta exploración ha sido liderada por el Ministerio de Transporte, a través del Grupo Asuntos Ambientales y Desarrollo Sostenible (GAADS), desde las fases iniciales de diseño del SIMA, en el marco de su proceso de construcción iniciado en 2023, considerando la necesidad de que este sistema pueda integrarse de manera progresiva con otras fuentes de información.

No obstante, dado que el SIMA se encuentra aún en proceso de construcción, la interoperabilidad se mantiene en una etapa exploratoria y de análisis, sin que a la fecha se haya consolidado su implementación efectiva, lo cual hace parte de las líneas de desarrollo previstas para su puesta en funcionamiento. Adicionalmente, se identifica la necesidad de articular con observatorios de seguridad, mujeres y diversidades que analicen datos sobre la garantía del derecho de las mujeres a una vida libre de violencias, incorporando la perspectiva de género.

La ANSV realizó mesas técnicas con 70 entidades territoriales en 2024, incluyendo entidades del orden municipal, distrital y departamental, para analizar la modificación del Informe Policial de Accidente de Tránsito (IPAT), y en 2025 se estructuró un proceso de contratación para desarrollar la hoja de ruta de su

actualización normativa y tecnológica, con el propósito de incorporar información relacionada con los modos de movilidad activa y los enfoques de género y diferencial, proceso que se encuentra en desarrollo regulatorio.

e. Normatividad

En el análisis normativo, la ANSV desarrolló estudios sobre factores de riesgo y estereotipos de género asociados a la seguridad vial en 2021. Estos fueron remitidos al Ministerio de Transporte como insumo para la actualización y desarrollo de regulación relacionada con movilidad activa.

En relación con la actualización de la normativa asociada a los Planes de Movilidad Sostenible y Segura (PMSS), durante 2024 se realizaron mesas de trabajo para analizar posibles modificaciones a la resolución que los reglamenta. En este proceso, la ANSV consolidó y presentó al Ministerio de Transporte una propuesta de ajustes orientada a incorporar el enfoque de género y la movilidad activa. En paralelo, el DNP actualizó en 2025 el visor del Estado de los Planes de Movilidad Sostenible y Segura, como una herramienta de monitoreo que permite realizar seguimiento a estos instrumentos a nivel nacional y que proyecta incorporar variables de género y enfoque diferencial durante 2026.

En relación con la regulación de la micro movilidad y el transporte de carga en bicicleta, se avanzó en la reglamentación de la Ley 2486 de 2025 sobre vehículos eléctricos livianos de movilidad personal urbana, incluyendo el desarrollo de una clasificación vehicular armonizada con estándares internacionales, la cual servirá como base para la actualización de la Resolución 160 de 2017. Por su parte, el Ministerio de Transporte reactivó en 2026 una mesa de trabajo con el Grupo de Logística para avanzar en la regulación de la bici-logística y explora su participación en el proyecto ACCESS[41], con el objetivo de fortalecer los marcos regulatorios en esta materia.

f. Financiación

En cuanto a la gestión de fuentes de financiación, se mantiene una articulación constante con la cooperación internacional, quienes han apoyado el programa PROMOVIS (GIZ) y el fortalecimiento técnico y el apoyo a la financiación de iniciativas relacionadas con movilidad activa (por ejemplo, con Euroclima+ y la Embajada de los Países Bajos). Adicionalmente, durante el periodo 2024-2025, se desarrollaron mesas de trabajo con el DNP para socializar mecanismos de financiación disponibles, como el Sistema General de Regalías y el manual de mecanismo de Obras por Impuestos. Esto con el fin de identificar oportunidades

41 Proyecto ACCESS: Acelerar el acceso a soluciones de movilidad urbana con bajas emisiones de carbono a través de la digitalización.

para la implementación de proyectos de ciclo infraestructura en municipios PDET (Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial) o ZOMAC (Zonas Más Afectadas por el Conflicto Armado), territorios que, de acuerdo con su identificación, incorporan enfoque de género y diferencial en su priorización, incluyendo medidas orientadas al acceso equitativo a la tierra y la eliminación de todas las violencias basadas en género.

g. Retos en la incorporación del enfoque de género y diferencial en la ENMA

Los avances alcanzados en la implementación progresiva de la ENMA plantean retos para estimular la movilidad activa (en bicicleta y caminata), como modos complementarios de transporte para toda la ciudadanía, en condiciones de equidad e igualdad de oportunidades. Entre los principales retos se identifican los siguientes:

- Ajustes de documentos y lineamientos técnicos, así como la inclusión de normas que contribuyan a la puesta en marcha de mecanismos para la igualdad de género y al proceso de transversalización del enfoque de género al interior de cada entidad del sector transporte, incluyendo la identificación de políticas de equidad, comités y enlaces de género. Se propone adaptar listados de asistencia, incluir variables desagregadas, vincular a las profesionales enlaces de transversalizar el enfoque y ajustar el instrumento de reporte, incluyendo información sobre la incorporación de enfoques en las acciones priorizadas.
- Fortalecimiento de instrumentos de planeación y herramientas de captura de información desagregadas por sexo y otras variables diferenciales, que permitan el uso de estándares y análisis estadísticos con enfoque de género y diferencial, facilitando el intercambio de datos, la creación de bases de datos espaciales, y el ajuste de la oferta institucional a las realidades y problemáticas sociales.
- Incremento de la participación de las mujeres, en sus diferencias y diversidades, en los espacios priorizados de la ENMA, tales como: la mesa CIMA, la mesa de participación ciudadana y en los ciclos de fortalecimiento técnico territoriales, que se orientan a los equipos técnicos y/o ciudadanía de los municipios priorizados en la ENMA. Dicha participación deberá incorporar a personas colaboradoras de las 13 entidades vinculadas de manera permanente en la ENMA y de los sectores responsables de la implementación de políticas públicas de equidad de género e igualdad. Entre estas, se pueden considerar la secretaría de la mujer y secretarías de la familia (o quien haga las veces de estas en el territorio), garantizando su participación en todos los niveles de la organización, especialmente en el nivel directivo.
- Incorporación del enfoque de género y diferencial, en la ENMA que consta de 38 acciones totales de carácter nacional a implementar en el año 2030. Se ha priorizado para el segundo semestre de 2026 y al año 2027 las

acciones que en su enunciado se identifican que incluyen el enfoque de género, siendo 31 acciones lideradas por las entidades: Ministerio de Transporte, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Igualdad y Equidad, Ministerio de Educación, Ministerio de Hacienda, Agencia Nacional de Seguridad Vial – ANSV, Departamento Nacional de Planeación. Se planteará de manera progresiva la revisión de estas acciones planteando un plan de trabajo que en su primera instancia identifique estrategias, proyectos y programas desarrollados en el marco de la ENMA que enuncian la incorporación de los enfoques, considerando las necesidades de las mujeres y fortaleciendo los procesos de seguimiento y monitoreo por parte de los equipos de género de las entidades.

- Fortalecimiento de la articulación con las entidades adscritas y vinculadas del sector transporte, identificando y vinculando a los enlaces de género y a las delegadas del subcomité y comité de género del sector, con el fin de consolidar la transversalización del enfoque de género en los documentos, guías y herramientas generadas.
- Provisión de herramientas de información, sensibilización y capacitación en enfoque de género, enfoque diferencial y prevención de violencias basadas en género; así como en el uso del trazador presupuestal de género y la aplicación de los CONPES 4080 de 2022 y 4143 de 2025, dirigidas al personal de las entidades con funciones de planeación, jurídicas, presupuestales y de atención a la ciudadanía vinculadas a la Estrategia.

3.4.3.2.2. Programa de modernización de transporte automotor de carga

Nombre de la medida (MPG 82a)	PROGRAMA DE MODERNIZACION DE TRANSPORTE AUTOMOTOR DE CARGA
Descripción de la medida (MPG 82b)	

La medida busca la modernización del parque automotor de carga de más de 10,5 toneladas de peso bruto vehicular (PBV) y más de 20 años de antigüedad. Fue reglamentada mediante las Resoluciones 7036 de 2012, 332 de 2017 y 5304 de 2019 y los CONPES 3759 de 2013 y 3963 de 2019.

El programa tiene las siguientes alternativas de postulación para los vehículos que cumplan las condiciones de PBV y edad.

Tabla 1. Con reconocimiento económico:

del 100% - Desintegración sin fines de reposición.

del 70% o 60% - Desintegración con fines de reposición.

del 40% - Vehículos no activos sin fines de reposición

Tabla 2. Sin reconocimiento económico:

1) Reposición por desintegración física total sin reconocimiento.
2) Reposición por pérdida o destrucción total
3) Reposición por hurto

(Colombia, NDC 2.0, Anexo M1, 2020, p. XLII)

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="11">PROGRAMA DE MODERNIZACION DE TRANSPORTE AUTOMOTOR DE CARGA</td></tr>
<tr><td colspan="12">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="12">. Realizar acciones de seguimiento, monitoreo y verificación del programa para la modernización del parque automotor de carga de más de 10,5 toneladas de peso bruto vehicular y más de 20 años de antigüedad, para la renovación de al menos 57.000 vehículos, dentro del periodo de gestión establecido en la NDC 2.0 (2015 a 2030).</td></tr>
<tr><td colspan="3">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="4">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">2015</td><td colspan="3" rowspan="3">Regulatorio y Económico</td><td colspan="3">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">2035</td><td colspan="3">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="3">Transporte</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td></td><td colspan="2">IPPU</td><td></td><td colspan="2">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td>X</td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="12"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Ministerio de Transporte</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="7">Banco de Desarrollo Empresarial de Colombia (Bancóldex), Concesión RUNT 2.0 y Ministerio de Minas y Energía</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="11">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 316,46/tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector transporte al cual pertenece esta medida es de USD 696,27/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="12">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="12">. Reducción de contaminantes atmosféricos.
. Reducción en el consumo de combustibles.
. Reducción de costos de transporte.
. Promoción de la eficiencia energética en el transporte de carga en modo carretero.</td></tr>
<tr><td colspan="12">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="12">La medida de sustitución de flotas en carga pesada reduce el consumo de combustibles fósiles por mayor eficiencia, por ende, afecta la base para las medidas de eficiencia en la oferta y emisiones fugitivas.

Igualmente, cambiaría la base de sustitución de flotas en vehículos particulares livianos para movilidad eléctrica, y para las medidas de cambio modal a transporte fluvial y férreo, y logística.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">PROGRAMA DE MODERNIZACION DE TRANSPORTE AUTOMOTOR DE CARGA</td></tr>
<tr><td>Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td rowspan="11">El abordaje utilizado para el cálculo de la mitigación generada por la renovación de vehículos de carga se basa en una aproximación simplificada de la metodología AMS-III-S, utilizando como dato de actividad el número acumulado de camiones y tractocamiones renovados en el marco del Programa (UNFCCC - CDM, 2012). El Ministerio de Transporte realiza el seguimiento a este número de vehículos mensualmente.

La mitigación total de las emisiones se calcula mediante la siguiente ecuación:
$\Delta CO_{2e\ i} = \Delta CO_{2e\ i\ camiones} + \Delta CO_{2e\ i\ tractocamiones}$
A su vez, la mitigación de emisiones para cada tipología vehicular se estima a partir de:
$\Delta CO_{2e\ i\ por\ tipología\ y} = V_{mitigación\ i,\ tipología\ y} * I_{implementación\ i,\ tipología\ y}$
Donde:
$\Delta CO_{2e\ i\ por\ tipología\ y}$ = mitigación total de emisiones de gases de efecto invernadero para el año (i) por la tipología vehicular (y)
$V_{mitigación\ tipología\ y}$ = factor de mitigación asociado a la tipología vehicular (y) para el año (i)
$I_{implementación\ i,\ tipología\ y}$ = número de vehículos renovados para la tipología vehicular (y), en operación durante el año (i)

Las tipologías vehiculares (y) incluidas en esta medida corresponden a camiones y tractocamiones. A continuación, se presenta la mitigación estimada para cada vehículo anualmente según su tipología:
Camiones: 41,70 tCO_{2e} /año*vehículo
Tractocamiones: 156,8 tCO_{2e} / año*vehículo

Las metodologías previamente señaladas, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de esta medida, se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM que acompaña el reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>343,6</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>435,8</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>554,1</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>644,3</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>731,6</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>1028,10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3">Fortalecer las capacidades de las personas involucradas en procesos de Transporte de pasajeros público individual (taxis), sistemas de transporte estratégico (integral y masivo), vehículos livianos de carga y volquetas, y programas de renovación de vehículos de carga, tomando en cuenta las necesidades, roles, habilidades e intereses de todas las poblaciones, incluyendo rutas para el fortalecimiento de capacidades para mujeres en su diversidad, conforme con el compromiso del sector transporte en el Plan de Acción de</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	PROGRAMA DE MODERNIZACION DE TRANSPORTE AUTOMOTOR DE CARGA
	Género y Cambio Climático de Colombia (PAGCC-CO) (República de Colombia, 2025b) .
	Étnico
Observaciones adicionales	
Sin observaciones adicionales	

3.4.3.2.2.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

El Art. 253 de la Ley 2294 de 2023 fortaleció el Fondo para la Promoción de Ascenso Tecnológico (Fopat), que había sido creado mediante la Ley 2169 de 2021. Gracias a este fortalecimiento, el Fopat está constituido como un patrimonio autónomo con cuatro subcuentas. Una de ellas enfocada en la “modernización de transporte de carga liviana y volquetas de nivel nacional", cuyos recursos serán destinados a implementar programas de modernización y transición energética del parque automotor de carga con peso bruto vehicular igual o inferior a 10,5 toneladas y volquetas; y otra subcuenta enfocada en la “Modernización de transporte de carga pesada”, cuyos recursos serán destinados a implementar programas de modernización y transición energética del parque automotor de carga con peso bruto vehicular superior a 10,5 toneladas.

El Decreto 1266 de 2024 incorpora a Fopat los recursos del Fondo Nacional de Modernización del Parque Automotor de Carga, creado mediante la Ley 1955 de 2019, y los que hayan sido aportados al Patrimonio Autónomo “Fompacarga”, que estén pendientes de ser ejecutados. Como resultado de la implementación del programa de renovación de vehículos pesados bajo Fompacarga, se alcanzó un acumulado de 6.155 camiones y 3.630 tractocamiones renovados hasta abril de 2026.

3.4.3.2.3. Movilidad eléctrica

Nombre de la medida (MPG 82a)	MOVILIDAD ELECTRICA
Descripción de la medida (MPG 82b)	
La medida consiste en desarrollar instrumentos financieros que contribuyan en lograr que 600.000 vehículos eléctricos circulen en Colombia para 2030, mediante esquemas como fondos de apoyo. Así, se promueve la participación y articulación con actores estratégicos y se alinea con los objetivos de descarbonización y transición energética del país.	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="9">MOVILIDAD ELECTRICA</td></tr>
<tr><td colspan="10">Este componente financiero se articula con el marco regulatorio y de políticas públicas que permitirá consolidar un ecosistema favorable para la adopción masiva de tecnologías limpias. De esta manera, esta medida busca acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica mediante el establecimiento de políticas públicas que definan estándares regulatorios y técnicos para la comercialización y operación de vehículos eléctricos de 2, 3, 4 o más ruedas. Asimismo, busca promover incentivos que faciliten el acceso a estos vehículos, fomentando la reducción de emisiones, la calidad del aire y la movilidad sostenible en el país.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica, diseñando e implementando políticas con el fin de establecer estándares regulatorios y técnicos para la comercialización y operación de vehículos eléctricos de 2, 3, 4 o más ruedas, así como la promoción de instrumentos financieros que incentiven el ingreso de vehículos eléctricos.
. Incentivar la transición hacia la tecnología eléctrica en los sistemas de transporte público, mediante acciones que permitan la concurrencia entre el gobierno nacional y los entes territoriales.
. Desarrollar instrumentos financieros que generen condiciones habilitantes para la circulación de, al menos, 600.000 vehículos eléctricos en el país a 2030.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="5">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="2">2018</td><td colspan="3" rowspan="3">Regulatorio y Económico</td><td colspan="3">Prevista</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">2030</td><td colspan="3">Implementada</td><td colspan="2">X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="5">Transporte</td></tr>
<tr><td>Energía</td><td></td><td>IPPU</td><td></td><td>LULUCF</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Transporte</td><td>X</td><td>Agricultura</td><td></td><td>Residuos</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Ministerio de Transporte</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="6">Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación (DNP), Findeter y sector privado.</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 628,08/tCO₂eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector transporte al cual pertenece esta medida es de USD 696,27/tCO₂eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO₂eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Reducción de emisiones contaminantes atmosféricas, como material particulado, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, entre otros contaminantes primarios y secundarios.
. Mejoramiento en los indicadores de salud en las ciudades, asociados a la disminución de la contaminación del aire.
. Fortalecimiento del mercado laboral y de servicios frente a la importación, distribución, venta, mantenimiento, repuestos y otros aspectos relacionados con los vehículos eléctricos.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">MOVILIDAD ELECTRICA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="4">La sustitución de vehículos de combustión interna por vehículos eléctricos de pasajeros y carga reduce el consumo de combustibles fósiles por mayor eficiencia y aumenta el consumo de electricidad, por ende, afecta la base para las medidas de eficiencia en la oferta, emisiones fugitivas, gestión de la demanda y diversificación de la matriz eléctrica.

Igualmente, cambia la base de sustitución de vehículos de pasajeros y carga, lo que inevitablemente termina afectando todas las demás medidas de transporte (y logística), excepto la medida de PBN.</td></tr>
<tr><td>Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Para calcular las reducciones de emisiones de la medida, se adoptaron elementos de la metodología AMS.III-C (Emissions reductions by electric and hybrid vehicles) del MDL y se combinaron con algunos procedimientos considerados en la modelación de la medida para las proyecciones de los escenarios de referencia y de mitigación de la NDC 3.0 qué, a su vez, se basa en las indicaciones metodológicas provistas por las Directrices del IPCC 2006 (Vol. 2 / Cap. 3) para la categoría Transporte terrestre (1.A.3.b).

Se determinaron las emisiones, tanto para el escenario de línea base como para el de mitigación, considerando las ecuaciones 1 y 4 de la metodología AMS.III-C, la cual considera como dato de actividad la distancia recorrida anual promedio por categoría vehicular (variable $DD_{i,y}$) (UNFCCC - CDM, 2022). Dado que el inventario nacional de GEI adopta como dato de actividad el consumo de combustible, la variable distancia recorrida anual promedio por categoría vehicular ($DD_{i,y}$) fue convertida en consumo de combustible anual promedio por categoría vehicular ($FC_{i,y}$), considerando el factor de rendimiento por tipo de combustible por kilómetro recorrido por cada categoría vehicular.

En consideración de lo anterior, los factores de emisión utilizados corresponden a los de cada tipo de combustible utilizado en la categoría de transporte terrestre (1.A.3.b) del inventario nacional de GEI.

Las estimaciones de las emisiones consideran tres tipos de combustibles usados en el escenario de línea base (gasolina, diésel y gas natural vehicular - GNV) y once categorías vehiculares.

Las metodologías previamente señaladas, así como los supuestos utilizados para estimar las</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>57,2</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>71,8</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>154,8</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>162,8</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>180,1</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	MOVILIDAD ELECTRICA			
reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de esta medida, se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM que acompaña el reporte.		2030	-	4.041,99
Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Género			
	La electromovilidad ofrece una oportunidad para reducir brechas de género en el sector transporte. Se promoverá la participación de mujeres en toda la cadena de valor, desde la innovación y la conducción hasta la operación técnica, mediante incentivos, formación y espacios de liderazgo. En el marco del Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia (PAGCC-CO), especialmente en las acciones para la Igualdad de Género, la Sostenibilidad y la Justicia Climática de la implementación de la Estrategia de movilidad activa con enfoque de género, el sector transporte se comprometió a implementar el enfoque de seguridad y accesibilidad con perspectiva de género en el diseño de estaciones y espacios públicos asociados a la movilidad eléctrica (República de Colombia, 2025b).			
	Étnico			
Observaciones adicionales				
Sin observaciones adicionales				

3.4.3.2.3.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

El Artículo 172 de la Ley 2294 de 2023 establece lineamientos para la cofinanciación de sistema públicos de transporte que incluyan vehículos con estándares de bajas y cero emisiones, promoviendo la transición hacia tecnologías más limpias y eficientes en el sector transporte. Asimismo, el artículo 253 de dicha ley, modificó la creación del Fopat establecido en la Ley 2169 de 2021, conformando cuatro subcuentas orientadas a promover la modernización tecnológica en diferentes modalidades de transporte. En particular, una subcuenta destinada a impulsar la modernización del parque automotor del servicio público de transporte individual, tipo taxi, mediante la incorporación de tecnologías de bajas y, preferiblemente, cero emisiones. Los vehículos incorporados a través de esta subcuenta contribuirán con el avance de la medida de movilidad eléctrica.

En el marco de la implementación de este instrumento, se realizó la primera convocatoria dirigida a pequeños propietarios de taxis interesados en acceder a los beneficios establecidos por el Fondo. Como resultado, al 31 de marzo de 2026 se recibieron y gestionaron 200 solicitudes, y en abril de 2026 se efectuó la entrega de los dos primeros taxis eléctricos financiados a través de esta estrategia.

Por su parte, el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 4129 de 2023 impulsa acciones orientadas a la promoción de la industria nacional, en el marco de la transición energética. Allí se destaca la adopción de una hoja de ruta para la producción y ensamble de vehículos con tecnologías de cero y/o bajas emisiones.

Durante el periodo 2024–2026 se han registrado avances significativos en la incorporación de vehículos eléctricos y en la consecuente mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el sector transporte. A corte de marzo de 2026, el parque automotor nacional alcanzó un total de 48.153 vehículos eléctricos registrados. En particular, el año 2025 se consolidó como el periodo de mayor crecimiento histórico con la incorporación de 19.632 vehículos eléctricos, cifra que supera el acumulado registrado entre 2010 y 2024, donde se registraron 19.175 vehículos. Asimismo, durante el primer trimestre de 2026 se registraron 9.349 nuevos vehículos eléctricos, lo que representa un incremento del 173 % frente al mismo periodo del año anterior.

3.4.3.2.4. Cambio a modo transporte de carga carretero a fluvial Río Magdalena

Nombre de la medida (MPG 82a)	CAMBIO A MODO TRANSPORTE DE CARGA CARRETERO A FLUVIAL RIO MAGDALENA
Descripción de la medida (MPG 82b)	
Conjunto de acciones orientadas a fortalecer la navegabilidad fluvial en el Río Magdalena, a través de la ejecución del proyecto de la Alianza Público-Privada (APP). Estas acciones incluyen una serie de intervenciones técnicas, operativas y regulatorias que buscan optimizar la infraestructura y mejorar las condiciones de navegación en el río, promoviendo su uso como una alternativa eficiente y sostenible para el transporte de carga. Entre las actividades que componen la medida, se encuentran: . Construcción de las obras que fortalezcan la navegabilidad del río Magdalena; . Adjudicación de los contratos del dragado de mantenimiento del canal navegable en el río Magdalena; . Compra de los equipos propios para los dragados de mantenimiento del canal navegable en el río Magdalena; . Desarrollo e implementación de herramientas tecnológicas de monitoreo y seguimiento; . Aumento de la carga transportada por el río Magdalena. La medida busca desplazar el uso del transporte de carga por carretera, con lo cual se disminuirán las emisiones de CO_2 por el consumo de combustibles fósiles, con un potencial de reducción de 0,17 % de la demanda de energía por dicho consumo.	
Objetivos de la medida (MPG 82c)	
. Promover el transporte fluvial por el río Magdalena, pasando de transportar 3,02 MMton en 2019 a 8 MMton de carga por año en 2030. . Superar barreras percibidas respecto al uso del transporte fluvial como alternativa al transporte de carga por carretera. . Estimular el aumento de la flota de remolcadores y barcazas que actualmente transitan por el río, y lograr que la nueva flota de remolcadores utilice tecnologías más eficientes y limpias que las que actualmente transitan el río Magdalena.	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="10">CAMBIO A MODO TRANSPORTE DE CARGA CARRETERO A FLUVIAL RIO MAGDALENA</td></tr>
<tr><td colspan="11">. Reducir los costos de transporte de carga desde el centro del país hacia los puertos en el mar Caribe y viceversa.
. Lograr mayor eficiencia energética para el país por ahorros de combustible.
. Mejorar la seguridad de la carga transportada en el río Magdalena (reducción de accidentes y pérdidas de carga), así como reducción la tasa de pérdidas y accidentes en el país, por la transferencia de volúmenes de carga al rio.
. Minimizar el impacto ambiental de futuras expansiones de la red vial, reduciendo la contaminación atmosférica, el ruido y la ocupación del espacio rural.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="5">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">2015</td><td colspan="3" rowspan="3">Técnico - Operativo</td><td colspan="3">Prevista</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">2030</td><td colspan="3">Implementada</td><td colspan="2">X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="3">Transporte</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td></td><td colspan="2">IPPU</td><td></td><td colspan="2">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td>X</td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="11"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Cormagdalena</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Ministerio de Transporte</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="10">El costo marginal de abatimiento (CMA) no fue calculado para esta medida debido a limitantes metodológicas y de información.
Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación.

El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="11">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="11">. Reducción de los costos de transporte.
. Ahorro neto del tiempo total de viaje de las mercancías transportadas por el río.
. Mejoras en la eficiencia energética a nivel nacional por ahorros de combustible.
. Reducción de la tasa de pérdidas y accidentes en el país, por la transferencia de volúmenes de carga al río.
. Disminución del impacto ambiental de futuras expansiones de la red vial, reduciendo la contaminación atmosférica, el ruido y la ocupación del espacio rural.</td></tr>
<tr><td colspan="11">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="11">Los cambios modales de carga pesada reducen el consumo de combustibles fósiles por mayor eficiencia, por ende, afecta la base para las medidas de eficiencia en la oferta y emisiones fugitivas.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">CAMBIO A MODO TRANSPORTE DE CARGA CARRETERO A FLUVIAL RIO MAGDALENA</td></tr>
<tr><td colspan="4">Igualmente, cambia la base de sustitución de vehículos de carga, lo que inevitablemente termina afectando las medidas de renovación de flota (medida Fopat), movilidad eléctrica, y logística.</td></tr>
<tr><td>Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td rowspan="12">El cálculo de la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivada del cambio modal en el transporte de carga, desde el modo carretero hacia el modo fluvial, se realiza siguiendo la metodología MDL AM0090, a partir de la cual se llega a la siguiente ecuación:
$\Delta CO_{2ei} = V_{\text{mitigación i}} * I_{\text{implementación i}}$
Donde:
$\Delta CO_{2e\ i}$ =mitigación total de emisiones de gases de efecto invernadero por el cambio al modo fluvial para el año (i).
$V_{\text{mitigación i}}$ = reducción promedio de emisiones por cada tonelada-kilómetro sustituida por la implementación de la medida, durante el año (i).
$I_{\text{implementación i}}$ = nivel de avance de la medida, correspondiente a la cantidad de toneladas-kilómetro transportadas anualmente por el río Magdalena para el año (i).

El valor de mitigación por cada tonelada-kilómetro del modo fluvial se estimó en 58 g CO_2e / t*km.

La metodología empleada para el cálculo de la mitigación no tiene en cuenta las emisiones generadas por los viajes en modo carretero complementarios, debido a que actualmente no se realiza el seguimiento a la información de origen – destino de dicha carga transportada. Por tanto, los resultados de la mitigación reportada pueden ser menor a los realmente logrados.

Por tal motivo, la mitigación estimada corresponde al supuesto de que la distancia y cantidad de carga transportada por el Río Magdalena, se hubiese transportado en camiones.

Las metodologías previamente señaladas, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de esta medida, se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM que acompaña el reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NE</td><td rowspan="11">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>123,7</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>166,5</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>150,5</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>127,3</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>197,10</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	CAMBIO A MODO TRANSPORTE DE CARGA CARRETERO A FLUVIAL RIO MAGDALENA
Observaciones adicionales	
Sin observaciones adicionales	

3.4.3.2.4.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Esta medida se encuentra soportada normativamente por los CONPES 3744 (Política portuaria para un país más moderno), actualizada con el CONPES 4118 (Política Nacional Portuaria: modernización y sostenibilidad de la actividad portuaria y su articulación con el territorio), y el CONPES 3758 (Plan para restablecer la navegabilidad del río Magdalena).

En 2024 se suscribió el contrato de adquisición de una embarcación fluvial de tipo "Draga de corte y succión para el mantenimiento del canal navegable del Río Magdalena". De igual forma, se avanzó en el seguimiento al transporte de carga movilizada en modo fluvial sobre el río Magdalena, así como en la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mitigadas, asociadas a este movimiento de carga. En este contexto, durante 2021 se registró la movilización de 3,2 millones de toneladas, volumen que aumentó a 4,3 millones de toneladas en 2022. Posteriormente, se transportaron 3,8 millones de toneladas en 2023; 3,3 millones de toneladas en 2024; 2,7 millones de toneladas en 2025; y, en el primer trimestre de 2026, se registró un movimiento de 435.394 toneladas.

3.4.3.2.5. Rehabilitación del corredor férreo La Dorada – Chiriguaná – Santa Marta

Nombre de la medida (MPG 82a)	REHABILITACION DEL CORREDOR FERREO LA DORADA – CHIRIGUANÁ – SANTA MARTA
Descripción de la medida (MPG 82b)	
Reactivación del corredor férreo que conecta el centro del país, desde el municipio de La Dorada (departamento de Caldas), hasta el puerto de Santa Marta, en el mar Caribe, a través de la rehabilitación de la infraestructura existente, consiste en un primer tramo de una extensión de 526 km, que une los municipios de La Dorada y Chiriguaná (departamento del Cesar); y un segundo tramo, que cubre una distancia de 246 km entre este último y la ciudad portuaria de Santa Marta. En su totalidad, el corredor férreo tiene una longitud de 767 km. Con su reactivación, se busca aumentar el transporte de carga a 4,2 millones de toneladas por año, desplazando el uso del transporte de carga por carretera y, por lo tanto, generando una reducción de la demanda de energía en un 0,1 % por efecto del menor consumo de combustibles fósiles requeridos en la operación por carretera.	
Objetivos de la medida (MPG 82c)	
. Aumentar el transporte de carga por el corredor férreo para mejorar los indicadores de competitividad asociada a la logística de transporte nacional de productos y mercancías.	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="9">REHABILITACION DEL CORREDOR FERREO LA DORADA – CHIRIGUANÁ – SANTA MARTA</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Mejorar las condiciones técnicas, operacionales, de viabilidad comercial y sostenibilidad ambiental y social, que posibiliten el uso de este medio de transporte como alternativa de movilización de productos y bienes hasta el puerto de Santa Marta.
. Reducir los costos de transporte en un 20% respecto a las operaciones de transporte alternativas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="4">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">2020</td><td colspan="3" rowspan="3">Técnico - Operativo</td><td colspan="3">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td colspan="3">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">2035</td><td colspan="3">Implementada</td><td colspan="3">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="3">Transporte</td><td colspan="3">Transporte</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td></td><td colspan="2">IPPU</td><td></td><td colspan="2">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td>X</td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Agencia Nacional de Infraestructura (ANI)</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Ministerio de Transporte</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 712,51/tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector transporte al cual pertenece esta medida es de USD 696,27/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Incremento del capital natural.
. Aumento de productividad del territorio.
. Recuperación y mantenimiento de servicios ecosistémicos.
. Generación de empleo.
. Recuperación y sostenimiento de la biodiversidad.
. Cohesión socioambiental.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">Los cambios modales de carga pesada reducen el consumo de combustibles fósiles por mayor eficiencia, por ende, afecta la base para las medidas de eficiencia en la oferta y emisiones fugitivas.

Igualmente, cambia la base de sustitución de vehículos de carga, lo que inevitablemente termina afectando las medidas de renovación de flota (medida Fopat), movilidad eléctrica y logística.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">REHABILITACION DEL CORREDOR FERREO LA DORADA – CHIRIGUANÁ – SANTA MARTA</td></tr>
<tr><td>Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td rowspan="11">El cálculo de la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivada del cambio modal en el transporte de carga, desde el modo carretero hacia el modo férreo, se realiza siguiendo la metodología MDL AM0090, a partir de la cual se llega a la siguiente ecuación:
$\Delta CO_{2ei} = V_{\text{mitigación i}} * I_{\text{implementación i}}$
Donde:
$\Delta CO_{2e\ i}$ = mitigación total de emisiones de gases de efecto invernadero por el cambio del modo carretero al férreo para el año (i).
$V_{\text{mitigación i}}$ = reducción promedio de emisiones por cada unidad de tonelada-kilómetros sustituida por la implementación de la medida
$I_{\text{implementación i}}$ = nivel de avance de la medida, correspondiente a la cantidad de toneladas-kilómetro transportadas anualmente por el corredor La Dorada – Chiriguaná.

El valor de mitigación por cada tonelada-kilómetro transportada en modo férreo es 22 g CO_2e / t*km.

La metodología empleada para el cálculo de la mitigación no tiene en cuenta las emisiones generadas por los viajes en modo carretero complementarios, debido a que actualmente no se realiza el seguimiento a la información de origen – destino de dicha carga transportada. Por tanto, los resultados de la mitigación reportada pueden ser menores a los realmente logrados.

Por tal motivo, la mitigación estimada corresponde al supuesto de que la distancia y cantidad de carga transportada en el corredor férreo La Dorada - Chiriguaná, se hubiese transportado en camiones.

Las metodologías previamente señaladas, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de esta medida, se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM que acompaña el reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>1,50</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>0,21</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>1,51</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>3,08</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>3,82</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>112,10</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones adicionales</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	REHABILITACION DEL CORREDOR FERREO LA DORADA – CHIRIGUANÁ – SANTA MARTA
Sin observaciones adicionales	

3.4.3.2.5.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Durante el periodo 2024–2026, el comportamiento de la carga transportada a través del corredor férreo La Dorada–Chiriguaná presentó una tendencia de crecimiento sostenida. Este comportamiento ha estado influenciado por la gestión adelantada para promover el cambio modal del transporte de carga hacia el modo férreo, como estrategia para avanzar en la descarbonización del sector transporte. Como resultado, se registraron 226 mil toneladas de carga transportada en modo ferroviario durante el año 2024; 1,15 millones de toneladas en 2025; y 422 mil toneladas en el primer trimestre de 2026.

En relación con dicha gestión, se avanzó en el proceso de contratación de la Asociación Público-Privada (APP) para la construcción, rehabilitación, mejoramiento, operación y mantenimiento del corredor férreo La Dorada-Chiriguaná, cuya adjudicación e inicio se realizaron en 2025. Asimismo, se adjudicó la interventoría de esta APP en dicho corredor, consolidando el inicio de obras clave para reactivar el modo férreo en Colombia.

3.4.3.2.6. Navegación basada en desempeño - PBN

Nombre de la medida (MPG 82a)	NAVEGACION BASADA EN DESEMPEÑO - PBN
Descripción de la medida (MPG 82b)	
Con esta medida se busca la implementación de los procedimientos establecidos que impulsen la navegación basada en el desempeño (PBN) de aeronaves en el 100 % de los aeropuertos y vuelos del país, que cuentan con la capacidad tecnológica y de infraestructura, los cuales son: Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cúcuta, Pereira, Riohacha, Rionegro, San Andrés, y Leticia, para el año 2030. Estos procedimientos serán desarrollados en conjunto con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil). La medida busca propiciar las condiciones necesarias para el aprovechamiento de la capacidad RNAV (Navegación de Área) y RNP (Desempeño de Navegación Requerido), aplicadas a las operaciones de aeronaves, involucrando aproximaciones por instrumentos, rutas normalizadas de salida (SID), rutas estándares de llegada (STAR) y rutas de servicio de tráfico aéreo (ATS) en áreas oceánicas y continentales.	
Objetivos de la medida (MPG 82c)	
. Propiciar las condiciones necesarias para el aprovechamiento de la capacidad RNAV (Navegación de Área) y RNP (Desempeño de Navegación Requerido), aplicadas a las operaciones de aeronaves, involucrando aproximaciones por instrumentos, rutas normalizadas de salida (SID), rutas estándares de llegada (STAR) y rutas de servicio de tráfico aéreo (ATS) en áreas oceánicas y continentales.	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="9">NAVEGACION BASADA EN DESEMPEÑO - PBN</td></tr>
<tr><td>Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="5">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td>2015</td><td colspan="3" rowspan="3">Técnico - Operativo</td><td colspan="4">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td>Año final</td><td colspan="4">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td>2035</td><td colspan="4">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="5">Transporte</td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td></td><td colspan="2">IPPU</td><td></td><td colspan="2">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td>X</td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Aeronáutica Civil</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Ministerio de Transporte</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD -45,73/tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector transporte al cual pertenece esta medida es de USD 696,27/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Reducciones de distancias y tiempos de vuelo.
. Menores costos operativos.
. Mayor seguridad aérea.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">Una mayor eficiencia en el consumo de combustibles para aviación reduce su consumo, por ende, afecta la base para las medidas de eficiencia en la oferta y emisiones fugitivas.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="6">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="5">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td colspan="2">LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td colspan="3">ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="2">NE</td><td colspan="3" rowspan="4">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030).</td></tr>
<tr><td>2021</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td colspan="2">NE</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">NAVEGACION BASADA EN DESEMPEÑO - PBN
<table><tr><td>2024</td><td>NE</td><td></td></tr><tr><td>2025</td><td>-</td><td></td></tr><tr><td>2026</td><td>-</td><td></td></tr><tr><td>2027</td><td>-</td><td></td></tr><tr><td>2028</td><td>-</td><td></td></tr><tr><td>2029</td><td>-</td><td></td></tr><tr><td>2030</td><td>-</td><td>12,10</td></tr></table></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.2.6.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

En 2025, la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil) desarrolló un estudio piloto con el propósito de estimar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociada a la implementación de la Navegación Basada en Rendimiento (Performance-Based Navigation - PBN). El estudio se llevó a cabo mediante la comparación del consumo de combustible registrado en vuelos operados bajo procedimientos PBN, frente al consumo estimado para rutas convencionales simuladas.

El estudio piloto consideró 14 trayectos nacionales, con origen o destino en el Aeropuerto Internacional El Dorado, y abarcó el período comprendido entre enero de 2022 y agosto de 2025. La información utilizada para el desarrollo del estudio fue suministrada directamente por las aerolíneas participantes. Los resultados del estudio evidenciaron una reducción neta de las emisiones de GEI. No obstante, se observó un incremento en las distancias y tiempos de vuelos para algunas rutas específicas.

Si bien el ejercicio piloto mencionado permitió identificar una reducción promedio de emisiones asociada a la aplicación de procedimientos PBN en las rutas analizadas, los resultados obtenidos corresponden únicamente a una muestra parcial de las operaciones aéreas evaluadas y no al universo total de vuelos nacionales o de los aeropuertos donde se han implementado estos procedimientos. Como resultado, se logró observar un potencial de reducción del 4 %; sin embargo, dicha reducción aún no ha sido integrada formalmente en el

modelo sectorial. En consecuencia, no se dispone todavía de una cuantificación robusta y representativa del impacto de la medida sobre la totalidad de las operaciones aéreas, por lo que la estimación de reducción de emisiones asociada a la implementación nacional de la PBN continúa en proceso de consolidación y validación metodológica.

Como resultado de los avances en la implementación de esta estrategia, y de acuerdo con reportes publicados por la Aerocivil en noviembre de 2025, el 85 % de los aeropuertos controlados por la entidad ya operaban bajo procedimientos PBN, como una herramienta para mejorar la eficiencia operacional y contribuir a la reducción de emisiones del sector aeronáutico (Aeronáutica Civil, 2025).

3.4.3.2.7. Gestión de proyectos para la mejora de operaciones logísticas y manejo de productos en centros de abastecimiento

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="11">GESTIÓN DE PROYECTOS PARA MEJORA DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS Y MANEJO DE PRODUCTOS EN CENTROS DE ABASTECIMIENTO</td></tr>
<tr><td colspan="12">Descripción de la medida (MPG 82b)</td></tr>
<tr><td colspan="12">La medida está orientada a promover la logística sostenible, incluyendo entre otros diagnósticos, asistencia técnica, identificación y estructuración de proyectos, y apoyo a implementación en empresas y/o centros de abastecimiento.

La promoción de logística sostenible considera: el aumento de la carga útil por viaje, la optimización de rutas de transporte de carga, la reducción en el consumo de combustible por tonelada cargada, incorporación de tecnologías de cero y bajas emisiones, herramientas de digitalización y automatización para la mejora de cadenas de suministro, la implementación de buenas prácticas e innovación en los modelos logísticos que reduzcan emisiones de GEI, y la creación de un centro y/o corredor logístico bajo en carbono.</td></tr>
<tr><td colspan="12">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="12">. Desarrollar acciones y proyectos para promover la descarbonización de modelos logísticos en la industria, fomentando la mejora de la productividad, competitividad y el fortalecimiento de cadenas de valor.
. Impulsar la logística sostenible (mayor carga útil por viaje, optimización de rutas, menor consumo de combustible por tonelada-km).
. Reducir emisiones de GEI derivadas del transporte y operaciones asociadas al manejo de producto.
. Mejorar productividad y sostenibilidad ambiental.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="4">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">2022</td><td colspan="3" rowspan="3">Regulatorio</td><td colspan="3">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">2030</td><td colspan="3">Implementada</td><td colspan="3">X</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="3">Transporte</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Energía</td><td></td><td>IPPU</td><td></td><td>LULUCF</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Transporte</td><td>X</td><td>Agricultura</td><td></td><td>Residuos</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	GESTIÓN DE PROYECTOS PARA MEJORA DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS Y MANEJO DE PRODUCTOS EN CENTROS DE ABASTECIMIENTO		
Entidad responsable (MPG 82i)	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)	Ministerio de Transporte, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, IDEAM, Logyca, y asociaciones empresariales del sector manufacturero y logístico.
Costos de la medida (MPG 83a)	El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de **USD -202,41 /tCO_2eq**. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector transporte al cual pertenece esta medida es de USD 696,27/tCO_2eq. Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.		
Beneficios esperados (MPG 83b)			
. Mejora en productividad empresarial e innovación. . Fortalecimiento de capacidades. . Mejoramiento de la calidad del aire (menor consumo de combustible por tonelada transportada). . Formación especializada de personal de las empresas en Colombia. . Fomento del desarrollo empresarial asociado a la cadena de valor de logística.			
Interacción con otras medidas (MPG 83c)			
La medida de logística implica una menor intensidad energética en las tipologías de transporte de carga, liviana y pesada. Por ende, alterando la base sobre la cual las medidas de movilidad eléctrica y cambio de flota (antigua FOPAT) actúan. Un menor consumo de combustibles fósiles por un cambio en la intensidad energética de transporte de carga, liviano y pesado inevitablemente cambia la demanda agregada de combustibles fósiles en transporte y, por ende, cambia la base sobre la cual se estiman las reducciones por eficiencia energética y emisiones fugitivas. La demanda de electricidad podría cambiar por un efecto de tercer orden (menor demanda fósiles conlleva a menor producción de fósiles y, por lo tanto, menos autoconsumo de electricidad por producción de fósiles), pero no se incluye ese efecto.			
Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)	Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)		
Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.	AÑO	LOGRADAS ($ktCO_2eq$.)	ESPERADAS ($ktCO_2eq$.)
	2020	NE	El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)
	2021	NE	
	2022	NE	
	2023	NE	
	2024	NE	
	2025	-	
	2026	-	
	2027	-	
	2028	-	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">GESTIÓN DE PROYECTOS PARA MEJORA DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS Y MANEJO DE PRODUCTOS EN CENTROS DE ABASTECIMIENTO</td></tr>
<tr><td></td><td>2029</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2030</td><td>-</td><td>500</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3">Promover activamente la participación de mujeres en roles operativos, técnicos y de liderazgo en la cadena logística, de acuerdo con la Resolución 273 de 2021, por medio de la cual se crea el Comité de asuntos de Género y empoderamiento económico de la mujer del Sector Comercio, Industria y Turismo.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.2.7.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Esta medida ha avanzado gracias al trabajo conjunto que vienen realizando el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT) y Logyca desde 2025. La iniciativa pasó de 46 empresas reportantes en 2024 a una proyección superior a 100 empresas en 2025, consolidándose como el ejercicio de mayor cobertura sectorial en medición de huella de carbono logística en el país. Adicionalmente, se ha avanzado en esta medida a través de otros programas del MinCIT como "Fábricas de Productividad y Sostenibilidad". No obstante, se requiere fortalecer capacidades de infraestructura tecnológica para soportar la captura masiva de datos primarios y secundarios de transporte de carga industrial, así como estandarizar las variables operativas necesarias para el reporte y la estimación de reducciones de GEI.

3.4.3.3. Sector IPPU

Este sector representa casi el 3,04 % de las emisiones nacionales de GEI, comprendiendo entre ellas las actividades asociadas a la producción de cemento, el uso de sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) dentro del sector de refrigeración y aire acondicionado (RAC) y la producción de fertilizantes nitrogenados, principalmente.

Para abordar este desafío, las PAM en el sector industrial se enfocan en promover la adopción de tecnologías avanzadas de producción y la transferencia de buenas prácticas y procesos, que no solo incrementan la productividad, sino que también reducen significativamente las emisiones de GEI. Estas acciones están directamente alineadas con la Política de Reindustrialización de Colombia, que busca modernizar los procesos productivos, cerrar brechas de productividad,

fortalecer los encadenamientos sectoriales y aumentar la competitividad del sector. Al avanzar hacia una industria más eficiente y tecnológicamente avanzada, estas medidas no solo contribuyen al cumplimiento de los compromisos climáticos, sino que también impulsan la diversificación y sofisticación de la oferta exportable e interna, apoyando la transición hacia una economía sostenible e inclusiva.

Tabla 3-29. Articulación entre el PND 2022 – 2026 y las PAM del sector Industrias Manufactureras.

Catalizador 7 de la Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática del PND 2022 – 2026.

Relación con las PAM del sector
La Política de Reindustrialización busca cerrar brechas de productividad, fortalecer encadenamientos productivos, diversificar la oferta interna y exportable, y profundizar la integración con América Latina y el Caribe. Sus principales apuestas estratégicas incluyen: i) Transición energética, promoviendo inversiones sostenibles, energías limpias y movilidad sostenible; ii) Soberanía alimentaria y agroindustrial, fortaleciendo encadenamientos en alimentos, agroinsumos, maquinaria y digitalización para modernizar el campo; iii) Reindustrialización de la salud, aumentando la producción de medicamentos, vacunas, dispositivos médicos y servicios de exportación; iv) Defensa, paz y reindustrialización, transformando la industria de defensa en bienes y servicios para la paz y el desarrollo productivo; y v) Apuestas estratégicas desde los territorios, con acciones sectoriales y regionales para impulsar la productividad.

Nota. Elaboración propia con información de PND 2022 – 2026 (DNP, 2023).

En este contexto, las PAM del sector industrial encuentran un respaldo clave en el PND 2022 - 2026, específicamente en el Catalizador 7: Política de Reindustrialización de la "Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática". Este catalizador no solo refuerza la ejecución de las PAM incluidas en la NDC, también establece medidas concretas que garantizan resultados tangibles y viables para la transición del país hacia un modelo productivo más sostenible. En la Tabla 3-29 se describe esta articulación.

La NDC incluye en su portafolio de mitigación tres PAM con el objetivo principal de reducir emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O en el sector industrial. Estas hacen parte de las líneas estratégicas del componente de mitigación del PIGCCS del Sector Comercio, Industria y Turismo adoptado por la Resolución 1066 de octubre del 2021 (Ministerio de Comercio, 2021). Las PAM que corresponden al sector IPPU son las siguientes:

- Gestión para la implementación de tecnologías de abatimiento de emisiones de N2O en la producción de materias primas de fertilizantes.
- Procesos de producción sostenible en el sector cemento.

- Reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC).

Estas medidas son lideradas por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, en colaboración con otras entidades del gobierno; y representan, en conjunto, un potencial estimado de mitigación en 2030 de 2,2 millones de tCO_2eq, con cobertura en las siguientes fuentes de emisión de las categorías del IPCC 2006: 2A1 – Producción de cemento; 2B2 – Producción de ácido nítrico y 2F – Uso de productos sustitutos que agotan la capa de ozono.

A continuación, se describe en formato tabular cada una de estas PAM en función de lo que establecen las MPG 82 a 86 y, para cada una de ellas, se incluye un resumen del avance en la gestión de la mitigación realizada.

3.4.3.3.1. Gestión para la implementación de tecnologías de abatimiento de emisiones de N_2O en la producción de materias primas de fertilizantes

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="5">GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ABATIMIENTO DE EMISIONES DE N_2O EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS DE FERTILIZANTES</td></tr>
<tr><td colspan="6">Descripción de la medida (MPG 82b)</td></tr>
<tr><td colspan="6">La medida se orienta a promover la adopción de tecnologías de abatimiento de N_2O en la producción de materias primas para fertilizantes, mediante acciones coordinadas con la industria para facilitar la transferencia tecnológica y asegurar la viabilidad técnica y financiera de su implementación. Incluye el fortalecimiento de mecanismos que permitan sostener en el tiempo la reducción de emisiones, así como la incorporación de un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) que garantice la trazabilidad y transparencia de los resultados.

Estas acciones buscan avanzar hacia una producción más sostenible en el sector de fertilizantes y contribuir a la disminución de emisiones de N_2O en procesos industriales.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="6">. Avanzar en la producción sostenible en el sector fertilizantes, mediante la adopción de tecnologías de abatimiento, a través del desarrollo de estrategias conjuntas para la transferencia tecnológica, mecanismos de financiamiento y sostenimiento de la reducción de emisiones.
. Incorporar un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de soporte a esta medida.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="2">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="2">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="2">2023</td><td colspan="2" rowspan="3">Regulatorio</td><td>Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Año final</td><td>Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2035</td><td>Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="5">Categoría IPCC prevaleciente</td><td>IPPU</td></tr>
<tr><td>Energía</td><td></td><td>IPPU</td><td>X</td><td>LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td>Transporte</td><td></td><td>Agricultura</td><td></td><td>Residuos</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="8">GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ABATIMIENTO DE EMISIONES DE N_2O EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS DE FERTILIZANTES</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td></td><td>N_2O</td><td>X</td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td></td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Ministerio de Comercio, Industria y Turismo</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Empresas del sector (Yara Colombia S.A. y Monómeros), GIZ y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="8">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 3,09 /tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector IPPU al cual pertenece esta medida es de USD -155,41/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Mejoramiento de la productividad.
. Fortalecimiento de la competitividad empresarial.
. Transferencia de innovación tecnológica.
. Generación de empleos verdes y desarrollo sostenible.
. Seguridad alimentaria de forma sostenible.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="9">No Aplica</td></tr>
<tr><td colspan="3">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="6">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="4">Los resultados de mitigación de la presente medida se derivan de la diferencia entre las emisiones generadas bajo el escenario de referencia y el de mitigación, considerando la ecuación 3.5 del Volumen 3, Capítulo 3 de las Directrices IPCC 2006. Las emisiones se calculan como el resultado entre la producción nacional de ácido nítrico, expresado en toneladas (dato de actividad), y el correspondiente factor de emisión.

Los resultados de mitigación se dan por efecto de la disminución de los factores de emisión, como consecuencia de la implementación de tecnologías de abatimiento.

En el escenario de referencia se asume el factor de emisión hallado para Colombia y utilizado en el</td><td>AÑO</td><td colspan="2">LOGRADAS ($ktCO_2eq$.)</td><td colspan="3">ESPERADAS ($ktCO_2eq$.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="2">22,44</td><td colspan="3" rowspan="3">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td colspan="2">109,38</td></tr>
<tr><td>2022</td><td colspan="2">28,04</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ABATIMIENTO DE EMISIONES DE N_2O EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS DE FERTILIZANTES		
inventario nacional de GEI para esta categoría, que corresponde a 7,5 kg N_2O / t HNO_3. El dato de actividad comprende la cantidad de ácido nítrico producida en cuatro instalaciones industriales, pertenecientes a dos empresas (Yara y Monómeros) dedicadas a esta actividad en el país. La producción de las cuatro instalaciones se consolida y se multiplica por el referido factor de emisión para obtener la emisión total nacional en toneladas de CO_2 equivalente. Por su parte, el escenario de mitigación considera datos de actividad (producción de ácido nítrico) desagregados por cada una de las instalaciones industriales dado que los factores de emisión varían para cada una de estas plantas. En todos los casos, se observó que este factor es menor al del escenario de referencia, salvo en una planta en donde se mantiene este mismo factor debido a que allí no se implementaron tecnologías de abatimiento durante los años del período de reporte. Considerando lo anterior, se calculan las emisiones para cada planta de producción de ácido nítrico para el año de referencia, las cuales se suman para obtener el valor nacional en el escenario de mitigación. La metodología previamente señalada, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de esta medida, se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM, que acompaña el reporte.	2023	151,37	
	2024	325,96	
	2025	-	
	2026	-	
	2027	-	
	2028	-	
	2029	-	
	2030	-	600

Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Género
	Promover la participación de mujeres en roles técnicos relacionados con la operación y el mantenimiento de las tecnologías de abatimiento y en la gestión del sistema MRV, de acuerdo con la Resolución 273 de 2021 (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 98).
	Étnico

Observaciones adicionales
Sin observaciones adicionales

3.4.3.3.1.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Al 2026, YARA[42] ha instalado gradualmente con éxito las tecnologías de abatimiento en sus tres plantas de producción. Por su parte, Monómeros[43] completó el proceso para recibir la subvención de la Iniciativa NACAG. Posteriormente, se abrieron convocatorias bajo la modalidad de licitación abierta internacional para la adquisición independiente de la tecnología de abatimiento y de los sistemas de monitoreo y control de emisiones; ambos procesos contaron con el respaldado de auditorías externas especializadas para garantizar la transparencia y el cumplimiento de estándares globales. La empresa avanza en su etapa de alistamiento para instalación de la tecnología de abatimiento y sistemas de monitoreo correspondientes.

Paralelamente a la reconversión industrial, se desarrolló una consultoría especializada orientada al diseño y estructuración de un catálogo de instrumentos normativos para la mitigación de N_2O. Este instrumento abordó de forma integral las dimensiones técnica, financiera y regulatoria requeridas para dar continuidad y permanencia de largo plazo a los compromisos de la iniciativa NACAG en el país. Los resultados analíticos y las propuestas de este catálogo fueron socializados en mesas técnicas de trabajo con los actores clave como MinCIT y Minambiente. Estas sesiones conjuntas han permitido el fortalecimiento de capacidades sectoriales y la articulación interinstitucional necesaria para garantizar la gobernanza del proceso y asegurar la sostenibilidad de las reducciones logradas.

Este hito constituye una de las reducciones de gases de efecto invernadero (GEI) más costo-eficientes del sector químico del país, mitigando de forma directa las emisiones de óxido nitroso (N_2O). Con la implementación de estas tecnologías, se espera una reducción aproximada del 80 % al 90 % en las emisiones de N_2O por unidad producida.

3.4.3.3.2. Procesos de producción sostenible en el sector cemento

Nombre de la medida (MPG 82a)	PROCESOS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN EL SECTOR CEMENTO
Descripción de la medida (MPG 82b)	
Impulsar el desarrollo productivo sostenible y la competitividad del sector cemento a través de proyectos que promuevan la descarbonización en su producción mediante el incremento del coprocesamiento, entre	

42 Compañía multinacional con operación en Colombia, dedicada a la producción de fertilizantes y otros nutrimentos vegetales.
43 Es una empresa filial de la compañía Petroquímica de Venezuela S.A. (Pequiven) dedicada a la producción de agroquímicos, productos para la industria química y aditivos nutricionales para la alimentación animal.

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="8">PROCESOS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN EL SECTOR CEMENTO</td></tr>
<tr><td colspan="9">otras mejoras prácticas, en línea con la hoja de ruta de reducción de emisiones 2030 y hoja de ruta de la industria del cemento hacia la carbono neutralidad en el concreto 2050 en Colombia.

La medida incluye la planeación de actividades en el corto, mediano y largo plazo, en coherencia con la hoja de ruta del sector, incluyendo la factibilidad para la puesta en marcha de pilotos en diferentes temas.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Incrementar el coprocesamiento al 15% de la matriz energética de producción.
. Optimizar los procesos relacionados con la energía térmica.
. Impulsar la economía circular, contribuyendo con el aprovechamiento y gestión adecuada de los residuos.
. Impulsar otras palancas de descarbonización identificadas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="4">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="2">2020</td><td colspan="3" rowspan="3">Regulatorio</td><td colspan="3">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2050</td><td colspan="3">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="4">IPPU</td></tr>
<tr><td>Energía</td><td>X</td><td>IPPU</td><td>X</td><td>LULUCF</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Transporte</td><td></td><td>Agricultura</td><td></td><td>Residuos</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td></td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td></td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Ministerio de Comercio, Industria y Turismo</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">PROCEMCO (Cámara colombiana del cemento y el concreto), Compañías cementeras, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y ONUDI-NZP (Net Zero Partnership).</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="8">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD -130,76 /tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector IPPU al cual pertenece esta medida es de USD -155,41/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Mejoramiento en la productividad y competitividad empresarial.
. Fomento de la innovación tecnológica.
. Impulsar alternativas de economía circular para el aprovechamiento de residuos mitigando el riesgo de pasivos ambientales.
. Promover mejores condiciones laborales y bienestar de los recicladores.
. Fomento del desarrollo empresarial asociado a la cadena de valor del coprocesamiento.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">PROCESOS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN EL SECTOR CEMENTO</td></tr>
<tr><td colspan="4">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Por diseño, se entiende que esta medida solo incluye al sector cementero en 1A2f. Sin embargo, en el modelo se identifican posibles efectos de segundo orden porque, tanto el sector ladrillero como otros sectores (diferentes a cerámica y otros sectores en Minerales no metálicos), se encuentran dentro del mismo sector de Minerales no metálicos. Por ende, la aplicación de una de estas medidas reduce la base sobre la cual actúan las otras, pero únicamente en el sector de Minerales no metálicos.

La eficiencia energética en cemento inevitablemente cambia la demanda agregada de combustibles fósiles y electricidad en Minerales no metálicos. Por ende, cambia la base sobre la cual se estiman las reducciones por eficiencia energética, emisiones fugitivas, gestión de la demanda y diversificación de la matriz.</td></tr>
<tr><td>Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Esta medida comprende tres actividades: 1) sustitución parcial de clínker, 2) mejoramiento en la eficiencia energética de los procesos productivos y 3) coprocesamiento mediante combustibles alternativos.

Para la primera actividad, la mitigación se produce por efecto de la disminución del dato de actividad (producción de clínker) entre el escenario de referencia y el de mitigación. En ambos escenarios, las emisiones se calculan de conformidad con la Directrices de IPCC 2006, en lo que corresponde a la categoría 2A1, mediante la aplicación de la ecuación 2.1 del Volumen 3, Capítulo 2.

La diferencia entre las emisiones generadas en el escenario de referencia y el de mitigación determinan los resultados de esta actividad.
La segunda actividad (mejoramiento en la eficiencia energética) se fundamenta en la implementación de mejores prácticas y tecnologías, de tal forma que reducen el consumo de combustibles fósiles y energía eléctrica con respecto al escenario de referencia. En este caso, los resultados de mitigación se obtienen como la diferencia entre las emisiones generadas en el escenario de referencia y el de mitigación, para lo cual se aplica la Ecuación 2.1 del Volumen 2, Capítulo 2 de las Directrices de IPCC 2006 en ambos casos. De forma complementaria, se incorporan las emisiones por el consumo de electricidad en ambos escenarios, a partir de la cantidad de energía eléctrica consumida (kWh) y el factor de emisión específico para cada año del período de reporte del sistema eléctrico nacional (SIN)[a]. Sin embargo, las reducciones de emisiones indirectas por consumo eléctrico se presentan únicamente como partida informativa, siguiendo la regla de contabilidad #4, aprobada por la CICC; y, por tanto, no se añaden con las asociadas al uso de combustibles fósiles para evitar el riesgo de doble contabilidad.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS[b] ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>1.284,10</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>795,47</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>999,93</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>1.051,95</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE[c]</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	PROCESOS DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN EL SECTOR CEMENTO		
La metodología previamente señalada, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de esta medida, se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM, que acompaña el reporte.	2029	-	
	2030	-	730

Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Género
	Promover la participación equitativa de las mujeres en los programas de capacitación técnica y en los cargos operativos y de toma de decisiones en la gestión de la eficiencia energética y la sostenibilidad de las plantas, de acuerdo con la Resolución 273 de 2021, por medio de la cual se crea el Comité de asuntos de Género y empoderamiento económico de la mujer del Sector Comercio, Industria y Turismo, en la cual se reconoce la necesidad de articular esfuerzos en materia de coordinación y medidas dirigidas a promover la igualdad entre los géneros, el empoderamiento económico de la mujer y la eliminación de estereotipos en los diferentes sectores de la economía (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 101).
	Étnico

Observaciones adicionales

(a) Esta medida contiene actividades que implican el uso de electricidad, por lo que la cuantificación de mitigación incluiría aquellas por reducción de emisiones indirectas. En consideración de lo anterior, y para evitar el riesgo de doble contabilidad, las reducciones de emisiones logradas por el consumo de electricidad no se reportan de forma directa como parte de los resultados de la actividad, lo cual se ve reflejado en las cifras indicadas para cada año de las reducciones de emisiones logradas.

(b) Las reducciones de emisiones logradas se presentan sin incluir aquellas relacionados con el consumo de energía eléctrica. Los resultados de mitigación totales obtenidos se presentan como partida informativa, considerando la regla de contabilidad # 4 adoptada por la CICC, dado que una parte de estos resultados se asocian a reducciones de emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica, y con el fin de evitar doble contabilidad con la medida de "Generación eléctrica". Enseguida se presentan las reducciones de emisiones indirectas de cada año, como partida informativa, junto con el impacto total de la medida, resultante de la suma de las reducciones logradas más las generadas por el menor uso de electricidad:

Año	2020	2021	2022	2023	2024
Reducciones de emisiones como partida informativa ($ktCO_2eq$)	351,9	128,2	144,2	232	NE
Impacto total de la medida, de manera indicativa ($ktCO_2eq$)	1.636,7	923,7	1.144,1	1.283,9	NE

(c) No fue posible reportar las reducciones de emisiones del año 2024 debido a que la información de base (datos de actividad) asociada al uso de combustibles aún presentaba resultados de carácter preliminar, lo cual podría generar incertidumbre en el valor real de la mitigación. En virtud de lo anterior, para este año las reducciones se indican como no estimadas (NE).

3.4.3.3.2.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

La mesa por la acción climática y productividad del sector cemento, liderada por el MinCIT en alianza con PROCEMCO y Minambiente, se creó en el marco de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia. Su propósito es promover el trabajo conjunto y articulación para la implementación de la medida de producción de cemento sostenible, medida incluida en la NDC 2.0 y ratificada en la NDC 3.0. Actualmente, está integrada por aliados estratégicos del sector público y gremial, entre los cuales se encuentran Minambiente, MinCIT, IDEAM, Procemco y actores invitados clave como la CRA, MinVivienda y ONUDI NZP.

Esta mesa, en sinergia con Procemco, avanzó en los primeros hitos de la Hoja de Ruta hacia la Carbono Neutralidad 2050. Para 2026, se elevó el coprocesamiento de residuos industriales y combustibles alternativos en los hornos cementeros a más del 13 %, posicionando al país como uno de los líderes y de mayor ambición a nivel latinoamericano.

Por otra parte, Colombia, en cabeza del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo ha consolidado su participación en el Climate Club, instancia multilateral enfocada en la descarbonización industrial. Esta participación ha permitido acelerar la acción climática en el sector cemento, iniciando el proyecto de pilotos de coprocesamiento con la iniciativa de Net Zero Partnership de la ONUDI, y otros proyectos apoyados por la plataforma global de emparejamiento GMP para el sector industria, incluyendo un proyecto con el Banco Mundial para el sector ladrillero. Asimismo, ha permitido acercar metodologías globales respecto a la definición de productos verdes y bajos en emisiones.

3.4.3.3.3. Reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC)

Nombre de la medida (MPG 82a)	REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI POR EL USO DE PRODUCTOS SUSTITUTOS DE LAS SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO (HFC)
Descripción de la medida (MPG 82b)	
El país es signatario del Protocolo de Montreal y ha ratificado todas sus enmiendas, dentro de las cuales se encuentra la Enmienda de Kigali. El objetivo de este Protocolo es la eliminación del consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) y la reducción del consumo de las sustancias hidrofluorocarbonadas (HFC). Con la implementación de este acuerdo internacional, el país promueve la transición hacia tecnologías alternativas con sustancias definitivas que no afecten la capa de ozono y de muy bajo potencial de calentamiento global, que contribuyan a la protección de la estabilidad climática del planeta (Minambiente, 2026). Las acciones puntuales que adelanta el país para eliminar o reducir al máximo el uso de estas sustancias se concentran principalmente en tres sectores: . Sector de refrigeración y acondicionamiento del aire (RAC); . Sector de espumas de poliuretano; y	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="10">REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI POR EL USO DE PRODUCTOS SUSTITUTOS DE LAS SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO (HFC)</td></tr>
<tr><td colspan="11">. Sector de protección contra incendios.
La medida comprende los resultados de programas/proyectos/actividades relacionadas con la promoción del reemplazo del uso de HFC por sustancias con menor potencial de calentamiento global en:
. Acción Nacionalmente Apropiada - NAMA de refrigeración doméstica, por cambio de refrigeradores que usan sustancias de menor potencial de calentamiento y disposición final de neveras antiguas.
. Promoción de Distritos Térmicos para la sustitución de sistemas de enfriamiento en ciudades por aquellos que usan sustancias de menor potencial de calentamiento global.
. Promoción de la gestión ambientalmente adecuada de bancos de productos sustitutos a las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) al final de su vida útil.
. Otras acciones adicionales que contribuyan a la reducción de emisiones de CO2 por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC).
La meta para esta medida corresponde a la reducción de emisiones de GEI del 11 % al 2030 frente a un escenario de referencia (línea base) del uso de HFC, lo cual equivale a un potencial de mitigación de 0,85 $MtCO_2eq$.</td></tr>
<tr><td colspan="11">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="11">. Reducir las emisiones de GEI debido al uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) con alto potencial de calentamiento global, en diversos ámbitos del uso de estas sustancias en un 11 % a 2030 respecto al escenario tendencial.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="5">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">2024</td><td colspan="3" rowspan="3">Técnico - Operativo</td><td colspan="3">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">2030</td><td colspan="3">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="3">IPPU</td><td colspan="3">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Energía</td><td></td><td colspan="2">IPPU</td><td>X</td><td colspan="2">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Transporte</td><td></td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td></td><td>N_2O</td><td></td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td></td><td>HFC</td><td>X</td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="11"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="6">Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) y Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="10">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 3,40 /tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector IPPU al cual pertenece esta medida es de USD -155,41/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI POR EL USO DE PRODUCTOS SUSTITUTOS DE LAS SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO (HFC)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="4">. Transición a tecnologías menos contaminantes y fomento de producción más limpia.
. Promoción del uso eficiente de la energía.
. Mejoramiento de la calidad de vida.
. Fortalecimiento de capacidades técnicas y profesionales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="4">No Aplica.</td></tr>
<tr><td>Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Los resultados de mitigación de la presente medida se calculan como la diferencia entre el escenario de línea base definido por el país para el uso de estas sustancias y la meta de reducción propuesta a 2030.

En consideración de las provisiones dadas por la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal, el país define su línea base considerando el consumo promedio nacional de estas sustancias para el período 2020 – 2022, y el 65 % del promedio de uso de HCFC de los años 2009 y 2010, lo cual conlleva a una línea base de 8.652.982 tCO_2eq. Este consumo se mantiene estable (fase de congelamiento de la línea base) desde el año 2024 hasta el año 2029.

En lo que respecta al escenario de mitigación, este se define en función de los compromisos establecidos para los países reseñados en el Artículo 5° del Protocolo de Montreal y su Enmienda de Kigali (países en desarrollo), los cuales se clasifican en dos grupos. Por pertenecer al grupo 1, el país debe reducir en un 10 % el consumo de HFC con su consecuente impacto en las emisiones generadas a partir de 2029.

En consecuencia, la mitigación de la medida se presenta como la diferencia entre el consumo de línea base de HFC expresado en toneladas de CO_2 equivalente (tCO_2eq) y los consumos observados a partir del año 2024 en adelante.

Es importante señalar que las emisiones generadas por los consumos de HFC para cada uno de los años del período de reporte proceden de los cálculos hechos en el inventario nacional de GEI para la categoría 2.F.1. Para ello, se consideran las directrices de IPCC 2006 indicadas en el Volumen 3, Capítulo 7, por lo que el resultado obtenido de reducción de emisiones mantiene consistencia metodológica con ese reporte.

La metodología previamente señalada, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de esta</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NA[a]</td><td rowspan="10">Para esta medida no se plantean metas específicas en términos de reducciones esperadas, puesto el país define un umbral de cumplimiento en el marco de lo definido por la Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal. En este caso, a 2030 el país espera no superar las 7.787,68 $ktCO_2$ eq. por consumo de HFC.</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>NA[a]</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NA[a]</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NA[a]</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>3.788,94</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="4">REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI POR EL USO DE PRODUCTOS SUSTITUTOS DE LAS SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO (HFC)</td></tr>
<tr><td colspan="2">medida, se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM, que acompaña el reporte.</td><td>2030</td><td>-</td><td>NA</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="4">Género</td></tr>
<tr><td colspan="4">Esta medida, así como los demás proyectos del sector de la refrigeración y el acondicionamiento del aire, podrá incorporar el enfoque de género de acuerdo con el documento del Ministerio de Ambiente, en el cual se establecen los lineamientos y protocolos necesarios para avanzar en la integración del enfoque de género en las políticas, programas, proyectos y acciones del sector de la refrigeración y el aire acondicionado (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 81).</td></tr>
<tr><td colspan="4">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="5">[a]El cálculo de la mitigación lograda para los años 2020 a 2023 no aplican dado que la medida de mitigación inicia en el año 2024.</td></tr>
</table>

3.4.3.3.3.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Conforme al plan de implementación y seguimiento de la medida, entre 2024 y 2026, se consolidaron las bases de datos de importación/exportación de HFC. Asimismo, se hizo seguimiento a las respectivas licencias ambientales y permisos de importación; y se reportaron oportunamente los informes del país ante el Protocolo de Montreal. Los datos de actividad son insumo, tomado por el IDEAM, para actualizar el INGEI.

En 2024 se reportó el uso de 2.282,45 t de HFC, correspondiente a una emisión en el inventario de 4.864.040 tCO_2eq. Las cifras se encuentran por debajo de los niveles históricos y de lo proyectado, confirmando el éxito del país hacia las metas de reducción.

Paralelamente, se ha impulsado la recuperación, reciclaje y regeneración de HFC, la certificación laboral de técnicos que manejan los HFC, y el fortalecimiento técnico-financiero de las empresas para la transición hacia tecnologías alternativas al uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono de bajo o nulo potencial de calentamiento global. Todo lo cual ha contribuido a la reducción de las emisiones de GEI asociadas al uso de HFC.

Como se indicó, la meta para esta medida corresponde a la reducción de emisiones de GEI del 11 % al 2030 frente a un escenario de referencia (línea base) del uso de HFC, lo cual equivale a un potencial de mitigación de 0,85 $MtCO_2eq$. Al comparar el dato de uso de HFC reportado para 2024, con el dato de la línea base

de este indicador (8.652.982 tCO_2eq), se observa una reducción del 43,8 % del uso de HFC, lo que corresponde a 3.788.940 tCO_2eq (3,78 $MtCO_2eq$) reducidas. De esta manera, demuestra que el país se encuentra en la trayectoria hacia el cumplimiento de la meta prevista para esta medida en 2030.

3.4.3.4. Sector Agricultura

Las emisiones de GEI derivadas de la agricultura y la ganadería, excluyendo las emisiones de CO_2 asociadas con la deforestación por expansión de estas actividades (contabilizadas en el sector forestal), representan en promedio, el 18,98 % de las emisiones totales de Colombia. Esto posiciona al sector agropecuario como la tercera fuente de emisiones en el país. A la vez, este sector es fundamental para la economía nacional; siendo un pilar en el empleo rural y el sustento de numerosas familias, promoviendo el desarrollo y la cohesión de las comunidades rurales. Desde una perspectiva ambiental, también cumple un rol clave en la conservación de la biodiversidad y la protección de los recursos naturales. En este contexto, las PAM del sector están orientadas a la adopción de modelos de producción sostenible y regenerativa en la agricultura y la ganadería, así como al desarrollo tecnológico que permita mejorar la producción de alimentos. Estas iniciativas buscan no solo transformar las prácticas productivas hacia métodos que reduzcan emisiones y fortalezcan la resiliencia, sino también, asegurar un sector agropecuario más productivo y sostenible a largo plazo, contribuyendo a la seguridad alimentaria del país.

Las PAM del sector forman parte del portafolio de mitigación de la NDC vigente y de otros instrumentos de política sectorial, y se ven impulsadas y fortalecidas en el PND 2022–2026, específicamente en el Catalizador 9: Modelos de bioeconomía basada en el conocimiento y la innovación, de la “Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática”, como se muestra en la Tabla 3-30.

La NDC 2020 incluye en su portafolio de mitigación dos PAM específicamente relacionadas con la agricultura y la ganadería, las cuales se alinean con el abordaje del PIGCCS del Sector Agropecuario, adoptado mediante Resolución 000355 de 2021 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021) y con la Ley 2169 de 2021. Las PAM que proceden de la NDC 2020 son las siguientes:

- NAMA de ganadería bovina sostenible.
- Reducción de emisiones de GEI en producción de arroz a través de la adopción masiva de tecnología (AMTEC 2.0) en Colombia.

Tabla 3-30. Articulación entre el PND 2022 – 2026 y las PAM del sector Agropecuario.

Catalizador 9 de la Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática del PND 2022 – 2026

Relación con las PAM del sector
En este catalizador, el Plan Nacional de Desarrollo incluye una línea de acción enfocada en **modelos de producción sostenible y regenerativa en agricultura y ganadería**. Se implementará una Ley de agroecología para facilitar la transición de la agricultura convencional a la agroecológica, mejorando la productividad del suelo, reduciendo la degradación ambiental y aumentando la resiliencia climática. Además, se expandirá la cobertura de producción agrícola y ganadera baja en carbono y resiliente al cambio climático. También se actualizarán estudios de suelos en zonas de alto potencial productivo y se desarrollará un Plan de Reconversión Agropecuaria en áreas estratégicas. En pesca, se incentivará el uso de tecnologías sostenibles y prácticas de conservación. Finalmente, se promoverán tecnologías y prácticas para reducir la contaminación en el sector agropecuario, impulsar la economía regenerativa y fomentar el uso de bioinsumos en el Programa Nacional de Agroecología.

Nota. Elaboración propia con información de PND 2022 – 2026.

Estas PAM son lideradas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural junto con otras entidades del gobierno y representan un potencial estimado de mitigación en 2030 de 12,28 millones de t de CO_2eq, abarcando reducciones y absorciones de CO_2, CH_4 y N_2O. Las fuentes de emisión de las categorías IPCC 2006 propias del sector que son afectadas por las medidas propuestas son las siguientes:

- 3A1 - Fermentación entérica.
- 3B1 - Gestión del estiércol (ganado).
- 3C - Cultivo de arroz.

A continuación, se describe en formato tabular cada una de estas PAM en función de lo que establecen las MPG 82 a 86 y para cada una de ellas se incluye un resumen del avance en la gestión de la mitigación realizada.

3.4.3.4.1. NAMA de ganadería bovina sostenible

Nombre de la medida (MPG 82a)	NAMA DE GANADERIA BOVINA SOSTENIBLE

Descripción de la medida (MPG 82b)

La medida busca transformar la producción ganadera hacia un modelo más eficiente y bajo en emisiones, combinando mejoras productivas con acciones de conservación y restauración en los predios ganaderos. Su implementación se centra en promover sistemas silvopastoriles (intensivos y no intensivos), el manejo sostenible de los potreros y la gestión adecuada de los residuos ganaderos para reducir metano y aprovechar su energía.

Asimismo, la medida articula prácticas de ordenamiento ambiental y productivo a nivel regional, incluyendo la liberación de áreas para restauración ecológica pasiva, la conservación de ecosistemas estratégicos al interior de las fincas y la optimización de las cadenas logísticas. Las actividades que conforman la iniciativa son las siguientes:

- La intensificación sostenible de la producción ganadera a través de la gestión del conocimiento y el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y no intensivos.
- La restauración de áreas naturales dentro de predios ganaderos para la conservación y/o restauración de ecosistemas naturales.
- La reducción de las emisiones de metano (CH_4) mediante el mejoramiento de la calidad de la dieta.
- La reducción de las emisiones de metano (CH_4) mediante el uso de aditivos alimenticios en la dieta.
- El manejo de estiércol y aprovechamiento del gas metano generado por los residuos sólidos y líquidos en las subastas ganaderas y centrales de beneficio del país.

Esta medida prevé la intervención de 25.170 predios ganaderos en el escenario optimista que comprenden aproximadamente 3.628.959 ha y con la que se aspira una disminución del 25,83 % de las emisiones netas a través del establecimiento en 590.000 hectáreas bajo sistemas silvopastoriles, 68.675 hectáreas liberadas para favorecer procesos de restauración ecológica pasiva, el mejoramiento de la dieta a 900.000 cabezas de ganado, la suplementación con aditivos alimenticios para 300.000 cabezas de ganado y la gestión integral de estiércol generado por 3.914 cabezas de ganado.

Objetivos de la medida (MPG 82c)

- Reducir las emisiones de GEI generados en la producción ganadera e incrementar las remociones de carbono de los agroecosistemas dedicados a la ganadería, por medio de un ordenamiento ambiental y productivo a nivel regional.
- Intensificar la producción de los sistemas ganaderos mediante la implementación de sistemas silvopastoriles intensivos y no intensivos, así como el manejo sostenible del sistema.
- Promover la conservación y/o restauración de ecosistemas naturales ubicados dentro de las fincas ganaderas a través de la liberación de áreas de pastoreo con fines de restauración, conservación y preservación, incentivando el aprovechamiento de la energía contenida en los residuos generados en subastas ganaderas y plantas de beneficio relacionado con el manejo del estiércol y otros residuos.

Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)	Estado de la medida (MPG 82e)	
2021	Regulatorio	Prevista	
Año final		Aprobada	
2030		Implementada	X

Sectores que impacta (MPG 82f)	Categoría IPCC prevaleciente				Agricultura	
	Energía		IPPU		LULUCF	X
	Transporte		Agricultura	X	Residuos	

Gases afectados (MPG 82g)								
	CO_2	X	N_2O		PFC		NF_3	
	CH_4	X	HFC		SF_6		OTRO	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">NAMA DE GANADERIA BOVINA SOSTENIBLE</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td>Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td>Fedegan, Cipav, CIAT, TNC, Fondo Acción y Coalición del Clima y Aire Limpio (CCAC)</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="3">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 1,59/tCO₂eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector AFOLU al cual pertenece esta medida es de USD -28,92/tCO₂eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="4">. Incrementos en la ganancia diaria de peso de ganado.
. Manejo sostenible e integral del sistema ganadero, logrando aumentar y mejorar la prestación de servicios ecosistémicos.
. Aumento de la oferta y calidad del forraje para el consumo del ganado.
. Restauración y conservación de suelos degradados por sobrepastoreo.
. Estabilización y aumento de la cantidad y calidad de leche (litros/ha/año).
. Estabilización y aumento de la carga animal (UGG/ha).
. Mejora en los ingresos de los productores y sus familias.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="4">No Aplica.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="2">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">La medida reporta mitigación para dos de sus cinco actividades:
• Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y no intensivos.
• Reducción de emisiones de metano (CH₄) por fermentación entérica asociado al mejoramiento de la dieta.

Para cada una de estas actividades se definieron los escenarios de línea base y mitigación en función del dato de actividad considerado. Para la primera actividad (establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y no intensivos) se cuantificaron las absorciones de emisiones para ambos escenarios y la mitigación fue obtenida como la diferencia entre estos. Para tal efecto se utilizó el método de pérdidas y ganancias indicado en las Directrices de IPCC 2006 (Vol.4 / Cap. 2) para la categoría Pastizales que permanecen como tales.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS (ktCO₂eq.)</td><td>ESPERADAS (ktCO₂eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>0</td><td rowspan="4">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>104,19</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>112,62</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>161,52</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	NAMA DE GANADERIA BOVINA SOSTENIBLE		
La tercera actividad (Reducción de emisiones de metano por fermentación entérica a partir del mejoramiento de la dieta del ganado) considera las reducciones de emisiones logradas como la diferencia entre el escenario de línea base y el escenario de mitigación, en el que este último asume una reducción en el factor de emisión de CH_4 por cabeza de ganado como resultado del mejoramiento de la dieta. La contabilidad de emisiones se efectuó conforme lo señalado en las Directrices de IPCC 2006 y su Refinamiento de 2019 (Vol. 4 / Cap. 10) para la categoría *Fermentación entérica de ganado* (3.A.1). Finalmente, los resultados de la medida se obtienen como la suma de los resultados de cada una de las actividades constituyentes para cada uno de los años de reporte y expresados en $ktCO_2eq$. Las metodologías previamente señaladas, así como los supuestos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y las absorciones de GEI de la presente medida se presentan en el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM que acompaña el presente BTR.	2024	166,01	
	2025	-	
	2026	-	
	2027	-	
	2028	-	
	2029	-	
	2030	-	12.200

Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Género
	Promover la participación de mujeres en la implementación de sistemas silvopastoriles, cercas vivas y manejo de pasturas, mediante programas de capacitación y acceso a créditos verdes diseñados para productoras rurales. Esto reduce brechas históricas en el acceso a tierra, tecnología y financiamiento, y fomenta el liderazgo femenino en cadenas de valor sostenibles, asegurando que las mujeres sean beneficiarias directas de los incentivos y mecanismos de pago por servicios ambientales. En el marco de los compromisos de género del sector agropecuario en el PAGCC-CO y con el planteamiento de enfoque diferencial del PIGCCS del sector agropecuario. Además, es consistente con las líneas estratégicas 5.4 y 5.5 sobre género y la medida 4.2 para integrar el enfoque de género en la gestión del cambio climático sectorial. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 43)
	Étnico

Observaciones adicionales
Debido a limitantes metodológicos y a falta de información relacionado con los datos de actividad, esta medida presenta resultados de mitigación parciales dado que no fue posible cuantificar las reducciones de emisiones de tres actividades que la conforman; por lo tanto, la cifra reportada de reducciones de emisiones logradas para el período 2020 – 2024 constituye un valor que subestima la cifra real. Se espera que, en el próximo reporte, estas limitantes sean superadas para proporcionar la cifra que refleje la mitigación de la medida en su completitud.

3.4.3.4.1.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Se consolidaron hitos de política pública y gobernanza mediante la adopción formal de los Lineamientos de Política para la Ganadería Bovina Sostenible 2021–2050 (Resolución 000126 de 2021 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural) y la implementación operativa de la norma técnica NTC 6550, la cual reglamenta las condiciones para la obtención del Sello Ambiental Colombiano en ganadería. En el ámbito territorial e infraestructura predial, los entes territoriales y Corporaciones Autónomas Regionales lideraron programas de reconversión productiva en los departamentos de Antioquia (bajo el esquema de la corporación Corantioquia), Arauca, Casanare, Cesar, Nariño y Putumayo. Específicamente en el departamento de Putumayo, se consolidó la proyección técnica y la estructuración de predios piloto para intervenir 11.666 hectáreas mediante modelos avanzados de reconversión a Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles (SASP).

Estas acciones incrementan de forma directa la eficiencia por unidad de superficie, optimizando la capacidad de carga animal y ordenando ambientalmente las fincas, lo que permite frenar la expansión de la frontera agrícola hacia ecosistemas estratégicos y reducir la presión de deforestación. En el marco de la formulación de la actualización de la NDC 3.0, este escalamiento normativo y la consolidación de áreas piloto permitieron a los equipos técnicos modelar escenarios de mayor ambición, logrando consolidar un incremento del 58 % en el potencial de mitigación sectorial proyectado para el año 2035 en comparación con las metas originales trazadas para el año 2030.

3.4.3.4.2. Reducción de emisiones de GEI en producción de arroz a través de la adopción masiva de tecnología (AMTEC 2.0) en Colombia

Nombre de la medida (MPG 82a)	REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN PRODUCCIÓN DE ARROZ A TRAVÉS DE LA ADOPCIÓN MASIVA DE TECNOLOGÍA (AMTEC 2.0) EN COLOMBIA.
Descripción de la medida (MPG 82b)	
Mediante la implementación de la tecnología AMTEC 2.0 en la producción nacional de arroz se busca optimizar la eficiencia productiva, incrementar los rendimientos y reducir los costos del cultivo. La medida tiene como componentes principales la gestión del agua de riego, mediante el manejo alternado de inundación y secado (AWD, Alternate Wet and Dry), que disminuye significativamente las emisiones de metano (CH_4) ; el uso eficiente de fertilizantes, asociado a densidades de siembra más bajas que reducen la necesidad de fertilizantes nitrogenados, contribuyendo a la mitigación de óxido nitroso (N_2O) y el manejo sostenible de residuos de cosecha, promoviendo su descomposición e incorporación al suelo en lugar de la quema, lo que reduce la generación de CH_4 y mejora la retención de carbono en el suelo.	
Objetivos de la medida (MPG 82c)	
. Fortalecer la investigación, el desarrollo, la innovación y la transferencia de tecnologías, capacitación y extensión en la cadena de arroz. . Mejorar el uso eficiente del agua mediante la implementación del manejo de consumo volumétrico de agua y tecnologías de riego controlado (AWD).	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="8">REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN PRODUCCIÓN DE ARROZ A TRAVÉS DE LA ADOPCIÓN MASIVA DE TECNOLOGÍA (AMTEC 2.0) EN COLOMBIA.</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Mejorar la información y la gestión del conocimiento asociado a la cadena de arroz.
. Fortalecer las acciones que conlleven a la sostenibilidad ambiental incluyendo como parte del proceso de planificación de los clústeres agroindustriales, los escenarios de variabilidad y cambio climático.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="3">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">2015</td><td colspan="3" rowspan="3">Regulatorio</td><td colspan="2">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Año final</td><td colspan="2">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">2030</td><td colspan="2">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="3">Agricultura</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Energía</td><td></td><td>IPPU</td><td></td><td>LULUCF</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Transporte</td><td></td><td>Agricultura</td><td>X</td><td>Residuos</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td></td><td>N_2O</td><td></td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Federación Nacional de Arroceros de Colombia - Fedearroz</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="8">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD -1,31/tCO₂eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector AFOLU al cual pertenece esta medida es de USD -28,92/tCO₂eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO₂eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 4 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Disminución en la presión por el uso del recurso hídrico y reducción sustancial en los gastos económicos asociados al uso del agua de riego.
. Menor dependencia y uso de agroquímicos y fertilizantes nitrogenados sintéticos.
. Fortalecimiento de capacidades locales y apropiación tecnológica por parte de los productores arroceros.
. Incremento de la resiliencia del cultivo frente a periodos extremos de sequía o variabilidad climática interanual.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="9">No Aplica.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="5">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="3">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la</td><td>AÑO</td><td colspan="2">LOGRADAS (ktCO₂eq.)</td><td>ESPERADAS (ktCO₂eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="2">NE</td><td rowspan="2">El país solo presenta las emisiones esperadas</td></tr>
<tr><td>2021</td><td colspan="2">NE</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="4">REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN PRODUCCIÓN DE ARROZ A TRAVÉS DE LA ADOPCIÓN MASIVA DE TECNOLOGÍA (AMTEC 2.0) EN COLOMBIA.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="9">medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>2022</td><td>NE</td><td rowspan="9">de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>80</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="4">Género</td></tr>
<tr><td colspan="4">Promover inclusión de mujeres en capacitación y acceso a créditos, según los compromisos de género del sector agropecuario en el PAGCC-CO. Y de acuerdo con las líneas estratégicas 5.4 y 5.5 sobre género y la medida 4.2 para integrar el enfoque de género en la gestión del cambio climático sectorial. Todo esto en coordinación con la Dirección de Mujer Rural del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 54)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="5">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.4.2.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Se avanzó en los procesos de transferencia tecnológica masiva bajo el modelo AMTEC 2.0 (Adopción Masiva de Tecnología), logrando la introducción e instalación de tecnologías de agricultura de precisión, el uso de estaciones meteorológicas y herramientas de modelamiento climático para optimizar y ajustar las fechas de siembra, la nivelación de suelos agrícolas mediante el uso de maquinaria guiada por láser o GPS, y la adecuación de la infraestructura de riego para el sistema de riego intermitente MIRI (Multiple Inlet Rice Irrigation).

La implementación de esta medida reduce de forma directa la generación y liberación de metano al disminuir drásticamente los periodos de inundación estricta y el volumen de agua estancada en el suelo del cultivo. De cara a los compromisos de la actualización de la NDC 3.0, el enfoque de la meta de la medida se reorientó estratégicamente, priorizando la eficiencia tecnológica incremental y profunda por hectárea intervenida sobre el simple incremento inercial de áreas censadas de forma general, proyectando bajo este nuevo criterio un escalamiento del 42,8 % en el área total tecnificada bajo el modelo integral AMTEC 2.0 para el año meta 2035.

3.4.3.5. Sector Uso y Cambio en el Uso de la Tierra y la Silvicultura (LULUCF)

El sector LULUCF ha sido históricamente el principal contribuyente a las emisiones de GEI en Colombia, representando en promedio alrededor del 39,36 % de las emisiones totales del país. Este contexto, sumado a los grandes impactos de la deforestación y la degradación forestal en la pérdida de biodiversidad y la calidad de los suelos, ha llevado al país a impulsar un conjunto de PAM. Estas no solo buscan conservar y restaurar los ecosistemas, sino también transformar los territorios en espacios estratégicos para el desarrollo forestal y la biodiversidad, reconociendo y respetando los saberes ancestrales y tradicionales de las comunidades y actores locales.

Tabla 3-31. Articulación entre el PND 2022 – 2026 y las PAM del sector LULUCF.

Catalizador 1 de la Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática del PND 2022 – 2026
 1. Programa de conservación de la naturaleza y su restauración
Relación con las PAM del sector
a. Control de la deforestación: Se implementará el Plan de Contención de la Deforestación con énfasis en la Amazonia y los municipios PDET, transformándolos en núcleos de desarrollo forestal y de biodiversidad mediante acuerdos sociales, seguridad jurídica de la tierra, pago por servicios ambientales, proyectos productivos y negocios verdes. Además, se trabajará en la desarticulación de estructuras criminales relacionadas con la deforestación y en la actualización e implementación del Plan Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales. Estas acciones estarán integradas con iniciativas de ordenamiento territorial, justicia ambiental, descarbonización, bioeconomía y financiamiento. **b. Restauración participativa de ecosistemas y áreas estratégicas:** Se llevarán a cabo procesos de restauración y conservación de ecosistemas afectados por la deforestación y el cambio climático, priorizando la salud de los ecosistemas y respetando los saberes ancestrales y tradicionales. Las acciones incluirán: a) Restauración de ecosistemas degradados clave para biodiversidad, resiliencia climática y bienestar humano; b) Fortalecimiento del monitoreo, reporte y verificación de proyectos de restauración; c) Gestión de germoplasma y modelos integrales para abordar pasivos ambientales; d) Ampliación de áreas protegidas bajo el SINAP y consolidación de OMEC, incorporando áreas municipales y comunitarias con insuficiente protección. Este enfoque busca restaurar la base natural, incrementar la conservación efectiva y garantizar la integración participativa de comunidades y actores locales.

Nota. Elaboración propia con información de PND 2022 – 2026.

Asimismo, estas acciones están fundamentadas en la gestión del conocimiento y el fortalecimiento de la salud de los ecosistemas. Las PAM del sector incluyen estrategias específicas para combatir la deforestación y la degradación forestal, así como para proteger y recuperar ecosistemas estratégicos, áreas protegidas y

otras zonas clave para la sostenibilidad ambiental del país. Estas acciones están alineadas con las prioridades definidas en el PND 2022-2026, que establece el catalizador 1: Programa de conservación de la naturaleza y su restauración, de la "Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática". Este programa asegura que los compromisos climáticos del país se traduzcan en acciones concretas y viables, promoviendo tanto la conservación como la restauración activa de los ecosistemas degradados.

El PND 2022 – 2026 refuerza este compromiso mediante metas ambiciosas, incluyendo la restauración, recuperación y rehabilitación de 1.700.000 hectáreas de ecosistemas degradados durante el periodo 2022-2026, y la reducción de la deforestación a 140.000 hectáreas anuales en el mismo periodo. Estas metas contribuyen de manera tangible al cumplimiento de los objetivos climáticos y de sostenibilidad de mediano plazo en el país, consolidando al sector LULUCF como un pilar central en la acción climática nacional. En la Tabla 3-31 se describe el catalizador 1 y su relación con las PAM del sector.

La NDC incluye en su portafolio de mitigación siete PAM que fueron adoptadas en la Ley 2169 de 2021 y cuyo objetivo principal son las reducciones de emisiones de CO2 del sector LULUCF. Estas PAM representan un potencial estimado de mitigación en 2030 de 75,5 millones de t de CO_2eq, con cobertura en las siguientes fuentes de emisión de las categorías del IPCC 2006: 4A1a - Tierras forestales que permanecen como tales (bosque natural); 4A1c – Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (conversión de bosque natural a tierras forestales); 4A1d – Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales); 4A2 - Tierras convertidas en tierras forestales; 4B1 – Cultivos que permanecen como tales; 4B2 – Tierras convertidas en cultivos; 4B2a - Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo; 4C2a - Tierras forestales convertidas en pastizales; 4D2bi - Tierras forestales convertidas en humedales; 4E2a - Tierras forestales convertidas en asentamientos y 4F2a - Tierras forestales convertidas en otras tierras. Estas PAM son:

- Desarrollo y consolidación de la cadena productiva de plantaciones forestales con fines comerciales como contribución a la captura de GEI.
- Estrategia de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida de la producción de cacao.
- NAMA Café de Colombia.
- Estrategia integral del subsector panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva – NAMA Panela.
- Restauración ecológica.
- Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes.
- Reducción intersectorial de la deforestación.

A continuación, se describe en formato tabular cada una de las PAM del sector en función de lo que establecen las MPG 82 a 86 y para cada una de ellas se incluye un resumen del avance en la gestión de la mitigación realizada.

3.4.3.5.1. Desarrollo y consolidación de la cadena productiva de plantaciones forestales con fines comerciales como contribución a la captura de GEI

Nombre de la medida (MPG 82a)	DESARROLLO Y CONSOLIDACION DE LA CADENA PRODUCTIVA DE PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES COMO CONTRIBUCION A LA CAPTURA DE GEI

Descripción de la medida (MPG 82b)
La medida busca fortalecer la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales, mediante la articulación técnica y económica con el plan de acción de la cadena Plan Forestal Comercial - PFC. Su propósito es consolidar un modelo de producción de madera basado en prácticas sostenibles, mayor productividad y contribución a la captura de GEI. La zonificación de áreas aptas para plantaciones forestales con fines comerciales realizada en 2014 - 2015 identificó 24,5 millones de hectáreas aptas para este tipo de plantaciones y sus características físicas, ambientales y socioeconómicas. El Plan Forestal Comercial contempla que la meta a 2030 es que Colombia cumpla con el primer quinquenio de manejo sostenible de 1.500.000 hectáreas de plantaciones forestales con fines comerciales para la obtención de madera en tres regiones de desarrollo estratégico para las plantaciones forestales comerciales, sin embargo, dadas las condiciones de implementación y proyección de diferentes fuentes posibles de financiamiento, hasta el año 2030, se propone una meta de alcanzar 368.000 ha a partir de las establecidas antes de 2015, es decir, 818.000 ha al año 2030.

Objetivos de la medida (MPG 82c)
. Articular técnica y económicamente la producción de madera de plantaciones forestales con fines comerciales con el plan de acción de la cadena Plan Forestal Comercial - PFC. . Consolidar un modelo de producción de madera basado en prácticas sostenibles, mayor productividad y contribución a la captura de GEI.

Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)	Estado de la medida (MPG 82e)	
2015	Regulatorio	Prevista	
Año final		Aprobada	
2050		Implementada	X

Sectores que impacta (MPG 82f)	Categoría IPCC prevaleciente				LULUCF	
	Energía		IPPU		LULUCF	X
	Transporte		Agricultura		Residuos	

Gases afectados (MPG 82g)								
	CO_2	X	N_2O		PFC		NF_3	
	CH_4		HFC		SF_6		OTRO	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">DESARROLLO Y CONSOLIDACION DE LA CADENA PRODUCTIVA DE PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES COMO CONTRIBUCION A LA CAPTURA DE GEI</td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td>Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td>Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Fedemaderas, Finagro, Ideam y empresas del sector</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="3">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 9,29/tCO₂eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector AFOLU al cual pertenece esta medida es de USD -28,92/tCO₂eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO₂eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="4">. Preservar la integridad ecológica del territorio y abordar los desafíos climáticos y ambientales mediante el aumento de sumideros estables de carbono.
. Recuperación productiva de tierras degradadas para el mejoramiento de la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales.
. Consolidación de un suministro legal y sostenible de madera, aliviando la presión de extracción sobre los bosques naturales y fortaleciendo la economía forestal nacional.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="4">No Aplica.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="2">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="12">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones de emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS (ktCO₂eq.)</td><td>ESPERADAS (ktCO₂eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NE</td><td rowspan="11">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>7.272</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3">En línea con el PAGCC-CO, el PIGCCS agropecuario y la Dirección de Mujer Rural del Minagricultura, esta medida impulsa la inclusión efectiva de mujeres en la cadena forestal, el acceso a financiamiento verde, la capacitación en manejo silvicultural, el liderazgo en asociaciones forestales y reducción de brechas en acceso a tecnología, propiedad y a toma de decisiones. (Contribución</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	DESARROLLO Y CONSOLIDACION DE LA CADENA PRODUCTIVA DE PLANTACIONES FORESTALES CON FINES COMERCIALES COMO CONTRIBUCION A LA CAPTURA DE GEI
	Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 46)
	Étnico
	Transición Justa. Se relaciona con los elementos (b), (d) y (f) del Programa de Trabajo de Transición Justa (JTWP, por sus siglas en inglés) al promover reconversión productiva sostenible en el sector forestal, acceso equitativo a incentivos como el CIF, fortalecimiento de capacidades rurales, diversificación económica y participación informada de comunidades locales y étnicas en decisiones sobre uso del suelo. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 46)
Observaciones adicionales	
Sin observaciones adicionales	

3.4.3.5.1.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Se logró una movilización significativa de recursos financieros de inversión pública y privada mediante el redireccionamiento operativo del Certificado de Incentivo Forestal (CIF), administrado y desembolsado a través de FINAGRO bajo el marco normativo de la Ley 139 de 1994. Asimismo, se activaron líneas de crédito preferencial complementarias, el Incentivo a la Capitalización Rural (ICR) y esquemas de cofinanciación estructurados bajo el Fondo de Inversión Forestal Colombia (FIFC). A nivel territorial, estas herramientas apalancaron el establecimiento masivo de rodales forestales y sistemas mixtos maderables comerciales en regiones clave con alta aptitud forestal como Arauca, Casanare y Putumayo.

Aumenta de manera directa la capacidad nacional de remoción de CO_2 y la consolidación de sumideros estables de carbono a través del incremento biótico de la biomasa forestal cultivada. En el proceso de actualización de la NDC, el nombre de la medida fue modificado técnicamente para reflejar de forma explícita su contribución a la captura de GEI, fijando formalmente una meta político-técnica de 818.000 hectáreas plantadas acumuladas para el año 2030 y un escalamiento altamente ambicioso que proyecta alcanzar 954.405 hectáreas acumuladas para el año 2035, lo que representa un incremento neto del 16,6 % en los objetivos de cobertura forestal comercial del país.

3.4.3.5.2. Estrategia de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida de la producción de cacao

Nombre de la medida (MPG 82a)	ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN EL CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN DE CACAO

Descripción de la medida (MPG 82b)

La medida espera que, con el aumento de áreas dedicadas al cultivo de cacao bajo sistemas agroforestales, así como la renovación y rehabilitación, se incremente el stock de carbono y se absorba CO_2 proveniente de otras fuentes de emisiones.

Según el estudio realizado por CIAT - USDA (2019) y según el Plan Nacional Cacaotero se estiman 31.475 ha para renovación y rehabilitación las cuales hacen parte de la renovación planteada de 80.000 y 150.000 ha en sistemas agroforestales (SAF).

Dado que para el sector productivo solamente el 7,6% de las unidades productivas utilizan fertilizantes químicos y el 6,5% aplican fertilizantes orgánicos (CIAT – USDA, 2019), no se tendrá en cuenta el uso de fertilizantes en la cuantificación de reducción de emisiones. Así mismo, dentro de las acciones planteadas no se analizaron proyecciones para sistema postcosecha y beneficio de cacao.

La medida se concentra principalmente en el potencial de absorciones que esperan ser logradas a partir de dos actividades: 1) renovación y rehabilitación de hectáreas establecidas y 2) conversión de pastizales a nuevos cultivos de cacao bajo esquemas agroforestales.

Objetivos de la medida (MPG 82c)

- Renovar hectáreas improductivas de cacao para aumentar la producción nacional.
- Mejorar la composición florística de los lotes cacaoteros que favorezcan el desarrollo de agroecosistemas biodiversos y garanticen la prestación de servicios ecosistémicos.
- Aumentar el almacenamiento de carbono mediante el establecimiento de sistemas agroforestales.

Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)	Estado de la medida (MPG 82e)	
2015	Regulatorio	Prevista	
Año final		Aprobada	
2042		Implementada	X

Sectores que impacta (MPG 82f)	Categoría IPCC prevaleciente				LULUCF	
	Energía		IPPU		LULUCF	X
	Transporte		Agricultura		Residuos	

Gases afectados (MPG 82g)								
	CO_2	X	N_2O		PFC		NF_3	
	CH_4		HFC		SF_6		OTRO	

Entidad responsable (MPG 82i)	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)	Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia - Fedecacao

Costos de la medida (MPG 83a)	El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de **USD -21,72/tCO₂eq**. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector AFOLU al cual pertenece esta medida es de USD -28,92,41/tCO₂eq. Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="4">ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN EL CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN DE CACAO</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="5">. Incremento en la productividad nacional de cacao por el establecimiento de material vegetal mejorado y renovación de plantaciones.
. Mejoramiento de las condiciones edáficas en las áreas de implementación de los cultivos.
. Disminución del uso de fertilizantes debido a una mayor incorporación de materia orgánica generada por el componente de sombrío del sistema agroforestal.
. Generación de empleo local y diversificación de ingresos para las familias rurales a través de los productos asociados al sombrío.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="5">No Aplica.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="12">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NE</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>210</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="4">Género</td></tr>
<tr><td colspan="4">Promover participación de mujeres en la cadena de valor del cacao y acceso a financiamiento, según los compromisos de género del sector agropecuario en el PAGCC-CO y con el planteamiento de enfoque diferencial del PIGCCS del sector agropecuario; y de acuerdo con las líneas estratégicas 5.4 y 5.5 sobre género y la medida 4.2 para integrar el enfoque de género en la gestión del cambio climático sectorial. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 48)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="4">Transición Justa. Contribuye a los elementos (b), (d) y (f) del Programa de Trabajo para la Transición Justa (JTWP) al facilitar la reconversión productiva hacia sistemas agroforestales bajos en emisiones, mejorar ingresos rurales, fortalecer capacidades técnicas de pequeños productores, garantizar participación comunitaria en decisiones territoriales y asegurar que la transición productiva sea equitativa para población campesina, étnica y mujeres rurales. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 48)</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN EL CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN DE CACAO
Observaciones adicionales	
Sin observaciones adicionales	

3.4.3.5.2.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Se avanzó en la ejecución física de programas de extensión y fomento en territorio orientados al establecimiento de nuevos arreglos productivos de cacao bajo sombrío y la rehabilitación integral de plantaciones envejecidas o de baja productividad mediante paquetes de renovación tecnológica y distribución de material vegetal clonado. En contextos geográficos específicos de los departamentos de Arauca y Casanare, los equipos técnicos regionales consolidaron planes piloto enfocados en la optimización y uso eficiente de planes de fertilización nitrogenada en sistemas mixtos de cacao (sistemas agroforestales) para reducir pérdidas por volatilización.

El incremento sistemático de la densidad de biomasa leñosa por hectárea mediante estratos multiperennes permite consolidar sumideros estables de carbono dentro de la frontera agrícola, aumentando las tasas de remoción de dióxido de carbono del sector y estabilizando económicamente a las familias productoras para evitar la apertura de nuevas áreas de bosque natural.

3.4.3.5.3. NAMA Café de Colombia

Nombre de la medida (MPG 82a)	NAMA CAFÉ DE COLOMBIA
Descripción de la medida (MPG 82b)	
La NAMA de Café de Colombia implementa estrategias para la mitigación de Gases Efecto Invernadero generados en las etapas de producción, cosecha y postcosecha del café de Colombia a nivel de finca. La NAMA Café de Colombia define las medidas y acciones de mitigación al cambio climático en la producción de café, particularmente en los procesos llevados a cabo en las fincas (cultivo y postcosecha) hasta obtener el café pergamino seco. También identifica y cuantifica las potenciales reducciones de GEI, y de los cobeneficios ambientales, económicos y sociales asociados, que contribuyen a los objetivos de desarrollo sostenible del país. Adicionalmente, plantea los mecanismos de financiamiento de las medidas y acciones propuestas, establece un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) para el seguimiento y lineamientos para la implementación. Para lograr lo anterior, la medida se fundamenta en las siguientes actividades: . Implementar sistemas agroforestales en los predios donde se cultiva el café: reestructurar áreas establecidas con café a libre exposición solar en zonas marginales para el cultivo mediante la implementación de sistemas agroforestales.	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="8">NAMA CAFÉ DE COLOMBIA</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Optimizar las prácticas en el proceso de postcosecha del café y cambio de combustibles en secadores mecánicos de café.
. Aumento de las densidades de siembra de cultivos a libre exposición.
. Uso eficiente de fertilizantes.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Mejorar prácticas en la fertilización del café mediante la optimización y uso eficiente de los insumos nitrogenados.
. Reestructurar áreas establecidas con café a libre exposición solar, transformándolas en sistemas agroforestales sostenibles.
. Fomentar la implementación de sistemas de tratamiento de aguas mieles con quemadores de metano en el proceso de postcosecha y optimizar el secado mecánico sustituyendo combustibles fósiles.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="4">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="2">2021</td><td colspan="3" rowspan="3">Regulatorio</td><td colspan="3">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">2027</td><td colspan="3">Implementada</td><td colspan="3">X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="5">LULUCF</td></tr>
<tr><td>Energía</td><td></td><td>IPPU</td><td></td><td>LULUCF</td><td colspan="2">X</td></tr>
<tr><td>Transporte</td><td></td><td>Agricultura</td><td>X</td><td>Residuos</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td></td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td></td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC)</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="8">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 20,05/tCO₂eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector AFOLU al cual pertenece esta medida es de USD -28,92/tCO₂eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO₂eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Mejoramiento en el rendimiento de los cultivos de café y aumento en la productividad del sector.
. Incremento de ingresos por la comercialización de madera y otros productos relacionados con la adopción de sistemas agroforestales.
. Reducción en los costos de producción mediante la optimización de insumos y fertilizantes.
. Formalización de los trabajadores de oficio y generación de empleos rurales formales.
. Generación de servicios ecosistémicos clave, como la regulación hídrica, conservación del suelo y conectividad biológica.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="4">NAMA CAFÉ DE COLOMBIA</td></tr>
<tr><td colspan="5">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="5">La eficiencia energética en el sector agricultura cambia la demanda agregada de combustibles fósiles y de electricidad, por ende, cambiando la base sobre la cual se estiman las reducciones por eficiencia energética en la oferta, generación eléctrica y emisiones fugitivas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="12">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS (ktCO₂eq.)</td><td>ESPERADAS (ktCO₂eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NE</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>550</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="4">Género</td></tr>
<tr><td colspan="4">Promover la participación de mujeres en la cadena de valor del café, según con los compromisos de género del sector agropecuario en el PAGCC-CO; y de acuerdo con las líneas estratégicas 5.4 y 5.5 sobre género y la medida 4.2 para integrar el enfoque de género en la gestión del cambio climático sectorial. Todo esto en coordinación con la Dirección de Mujer Rural del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 50)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="5">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.5.3.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Se alcanzaron avances estructurales en gobernanza mediante la creación y formalización del Comité de Gestión Institucional de la NAMA Café, instancia encargada de articular las decisiones de política entre el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Ambiente, la Federación Nacional de Cafeteros y los cooperantes internacionales. En la dimensión operativa territorial, se consolidó el despliegue físico del Programa Piloto de Caficultura Climáticamente Inteligente enfocado en el departamento del Cesar (específicamente en áreas de la Serranía del Perijá

y los flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta); de forma paralela a la ampliación de hectáreas bajo sistemas agroforestales de café vinculadas a Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y planes de fertilización orgánica en el departamento del Quindío.

Esta medida contribuye a reducir de manera directa las emisiones de óxido nitroso en suelo por fertilización ineficiente y las emisiones de metano libre en el beneficio, al tiempo que acelera la captura de carbono por el dosel de sombrío. Durante el ciclo de formulación de la actualización de la NDC 3.0, el potencial bruto de mitigación de la NAMA fue recalculado y optimizado mediante el uso de factores de emisión de origen local (desarrollados en alianza con Cenicafé), dotando al reporte técnico nacional de una mayor robustez científica.

3.4.3.5.4. Estrategia Integral del Subsector Panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva – NAMA Panela

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="6">ESTRATEGIA INTEGRAL DEL SUBSECTOR PANELERO PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA CADENA PRODUCTIVA (NAMA PANELA)</td></tr>
<tr><td colspan="7">Descripción de la medida (MPG 82b)</td></tr>
<tr><td colspan="7">La NAMA incorpora diferentes medidas para las fases de cultivo, procesamiento, y manejo de subproductos de la cadena productiva. En el componente asociado al cultivo, la NAMA busca incentivar el uso eficiente de fertilizantes sintéticos, la disminución de las quemas, así como menor gasto energético en el laboreo del suelo, adicionalmente se asocia un componente de restauración de plantaciones forestales aledañas a las zonas de producción panelera. En el componente de procesos, se pretende desarrollar acciones para la sustitución de motores diésel por eléctricos y el uso más eficiente de la energía en la combustión de bagazo en las hornillas, reduciendo el consumo de combustibles adicionales y el manejo de aguas residuales del proceso productivo. Un tercer componente busca el fortalecimiento de capacidades para la adopción tecnológica y finalmente, esta NAMA plantea un diseño estructural de MRV.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="7">. Desarrollar una estrategia central de planeación, gestión y articulación institucional y financiera para el desarrollo bajo en emisiones y la contribución al desarrollo sostenible de la producción de panela en el país.
. Apoyar intervenciones para reducir la producción de GEI a través de una serie de transferencias de tecnología alternativa, mejoras en las prácticas de producción de panela, la restauración de sistemas naturales, el desarrollo de capacidades y la validación de un MRV para el sistema productivo, tal como se presenta en la Estrategia de Desarrollo Bajo en Emisiones para la Cadena Productiva de la Panela en Colombia (2018).
. Incentivar el uso eficiente de fertilizantes sintéticos, la disminución de las quemas, así como menor gasto energético en el laboreo del suelo, adicionalmente se asocia un componente de restauración de plantaciones forestales aledañas a las zonas de producción panelera.
. Fortalecer capacidades para la adopción tecnológica.</td></tr>
<tr><td>Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="2">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="2">Estado de la medida (MPG 82e)</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2026</td><td colspan="2" rowspan="3">Regulatorio</td><td colspan="2">Prevista</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Año final</td><td colspan="2">Aprobada</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>2030</td><td colspan="2">Implementada</td><td colspan="2">X</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="4">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="2">LULUCF</td></tr>
<tr><td>Energía</td><td></td><td>IPPU</td><td></td><td>LULUCF</td><td>X</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="8">ESTRATEGIA INTEGRAL DEL SUBSECTOR PANELERO PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA CADENA PRODUCTIVA (NAMA PANELA)</td></tr>
<tr><td>Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="2">Transporte</td><td></td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td>Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td></td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td></td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Federación Nacional de Productores de Panela</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="8">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD -18,29/tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector AFOLU al cual pertenece esta medida es de USD -28,92/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación.

El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Mejoramiento en el rendimiento de los cultivos de café y aumento en la
. Ahorros de costos y una mayor producción para los productores de panela como consecuencia de las transformaciones tecnológicas en hornillas y motores.
. Participación descentralizada y contribución de los actores locales a nivel de departamentos, comunidades y fábricas de panela individuales.
. Reducción de emisiones de material particulado y gases contaminantes locales por efecto del control y optimización de la quema de biomasa (bagazo).</td></tr>
<tr><td colspan="9">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="9">La eficiencia energética en el sector agricultura cambia la demanda agregada de combustibles fósiles y de electricidad, por ende, cambiando la base sobre la cual se estiman las reducciones por eficiencia energética en la oferta, generación eléctrica y emisiones fugitivas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="6">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="7">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td colspan="2">LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td colspan="2">ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="2">NE</td><td colspan="2" rowspan="6">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td colspan="2">-</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	ESTRATEGIA INTEGRAL DEL SUBSECTOR PANELERO PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA CADENA PRODUCTIVA (NAMA PANELA)		
	2026	-	
	2027	-	
	2028	-	
	2029	-	
	2030	-	10
Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Género		
	En línea con el PAGCC-CO y el enfoque diferencial del PIGCCS Agropecuario, esta medida impulsa la participación de mujeres paneleras en procesos de capacitación, acceso a créditos verdes y adopción tecnológica. También contribuye a cerrar brechas en acceso a tierra, financiamiento y tecnologías limpias, y se integra con las líneas estratégicas 5.4, 5.5 y la medida 4.2 de género sectorial del Minagricultura, en coordinación con la Dirección de Mujer Rural. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 54)		
	Étnico		
Observaciones adicionales			
Sin observaciones adicionales			

3.4.3.5.4.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Se logró la culminación técnica del diagnóstico de base y el mapeo detallado a escala regional de la distribución de tipos de trapiches en seis departamentos paneleros prioritarios del país. Asimismo, se formularon y publicaron las guías técnicas operativas para el establecimiento de esquemas demostrativos de biofertilización; se estructuraron los planes de repoblamiento con variedades de caña eficientes en el uso de nutrientes y se avanzó en el diseño institucional de líneas de microcrédito preferenciales específicas para financiar la actualización de la infraestructura de hornillas en trapiches comunitarios. Así mismo, se consolidó la reconversión tecnológica de 40 trapiches paneleros enfocados en el mejoramiento de la eficiencia energética y la sustitución de combustibles. Todo esto a través de la implementación del proyecto piloto de NAMA Panela financiado a partir de recursos del GEF.

3.4.3.5.5. Restauración ecológica

Nombre de la medida (MPG 82a)	RESTAURACION ECOLÓGICA

Descripción de la medida (MPG 82b)

Colombia cuenta con casi 59 millones de hectáreas que han perdido su integridad ecológica debido a la progresiva pérdida de la biodiversidad y a la transformación de sus paisajes naturales (Minambiente, 2024). La mayoría de los ecosistemas naturales de Colombia han sido transformados y degradados por la deforestación, causada, entre otras cosas, por el establecimiento de cultivos ilícitos, el uso inadecuado del suelo en actividades agroindustriales, la producción agropecuaria, la minería a cielo abierto, el desarrollo urbano, la construcción de obras de infraestructura y la urbanización e introducción de especies que en algunos casos son invasoras, afectando el equilibrio de los sistemas ecológicos (Minambiente, 2015).

Con estas condiciones de deterioro, surgió la necesidad de elaborar el Plan Nacional de Restauración (PNR) expedido en 2015, el cual sirve como marco de referencia para adelantar acciones que busquen contrarrestar los efectos negativos que se han ido acumulando y han deteriorado los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades humanas, mediante actividades de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación (Minambiente, 2015). Para avanzar en dicho propósito, el PNR estipuló una meta de 1 millón de hectáreas a 2035 a ser ejecutables en tres fases:

- Fase 1: Diagnóstico situacional, condiciones habilitantes y fortalecimiento de capacidades (hasta 2018)
- Fase 2: Afianzamiento de protocolos de restauración, ejecución de iniciativas piloto y articulación con instrumentos de gestión territorial (hasta 2023).
- Fase 3: Implementación masiva de acciones para el cumplimiento de la meta (hasta 2035)

Para fortalecer el avance del PNR, pero particularmente la ejecución de la fase 3, en 2024 se expide la Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026 (ENR), la cual persigue aunar esfuerzos de diversa índole para promover procesos integrales de restauración multifuncional a gran escala -de mediano y largo plazo-, capaces de detener la degradación de los ecosistemas, incrementar la oferta de servicios ecosistémicos y mejorar la capacidad de adaptación territorial al cambio climático.

Esta nueva directriz establece como meta la restauración 753.738 ha de ecosistemas terrestres y marino-costeros y plantea su implementación en términos de las figuras de ordenamiento y gestión del territorio que han sido priorizadas para dicha intervención.

Específicamente, la medida busca incrementar el número de hectáreas de ecosistemas boscosos bajo procesos de restauración ecológica tanto activa como pasiva en un 20 % y 80 %, respecto a la meta general establecida en la PNR.

Objetivos de la medida (MPG 82c)

- Alcanzar 962.615 ha en procesos de restauración acumuladas desde 2015, en una distribución aproximada de 80 % restauración pasiva y un 20 % de restauración activa en 2030.

Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)	Estado de la medida (MPG 82e)	
2015	Regulatorio y Técnico - Operativo	Prevista	
Año final		Aprobada	
2050		Implementada	X

Sectores que impacta (MPG 82f)	Categoría IPCC prevaleciente				LULUCF	
	Energía		IPPU		LULUCF	X
	Transporte		Agricultura		Residuos	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="8">RESTAURACION ECOLÓGICA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td></td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td></td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UASPNN), Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), Corporaciones Autónomas Regionales (CARs), Gobernaciones y Municipios.</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="8">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 26,81/tCO₂eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector AFOLU al cual pertenece esta medida es de USD -28,92/tCO₂eq. Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO₂eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Incremento del capital natural.
. Aumento de productividad del territorio.
. Recuperación y mantenimiento de servicios ecosistémicos.
. Generación de empleo, recuperación y sostenimiento de la biodiversidad y cohesión socioambiental.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="9">No Aplica.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="6">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="11">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td colspan="2">LOGRADAS (ktCO₂eq.)</td><td>ESPERADAS (ktCO₂eq.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="2">NE</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas para la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td colspan="2">NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>2030</td><td colspan="2">-</td><td>16.937</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="7">Género</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	RESTAURACION ECOLÓGICA
Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Incorporar la importancia de los roles, capacidades y necesidades de hombres y mujeres en las acciones de restauración de acuerdo con el Plan de Acción de Biodiversidad al 2030, el cual promueve acciones transversales de género para el reconocimiento de las mujeres, comunidades y territorios a partir de las acciones desarrolladas en el marco de las 6 metas que contribuyen al cumplimiento de las 23 metas globales del Marco Kunming-Montreal. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 75)
	Étnico
	Derechos humanos. Esta medida contribuye a la protección de derechos fundamentales de las poblaciones afectadas por la degradación ambiental, con un enfoque biocultural y principios de equidad; los derechos a un ambiente sano, a la participación de las comunidades en las decisiones que les compete, y a la equidad, enmarcan la implementación de esta medida (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 75)
Observaciones adicionales	
En el campo "***Reducciones de Emisiones de GEI***", las emisiones logradas se reportan como no estimadas (NE) en virtud de que si bien la medida presenta avances de gestión relacionadas con el número de hectáreas sembradas (ver sección 3.4.3.5.5.1), el enfoque de monitoreo de la medida se fundamenta en que efectivamente dichas hectáreas se hayan desarrollado de tal suerte que puedan ser verificables mediante un análisis espacialmente explícito, lo que implica el monitoreo mediante herramientas de teledetección. El país ha realizado progresos significativos para monitorear sus coberturas forestales mediante enfoques espacialmente explícitos como puede ser demostrable a través del monitoreo de la deforestación. Este mismo ejercicio se empieza a desarrollar para la presente medida en virtud de las áreas de mejora que han sido sugeridas como parte de la evaluación de los niveles de referencia de emisiones forestales (NREF) que el país ha comunicado a la CMNUCC en los últimos años (ver parágrafo 41 -FCCC/TAR/2020/COL y finding ID#19 – FCCC/TAR/2024/COL). En virtud de lo anterior, el país manifiesta que los progresos para el monitoreo de la cobertura forestal emergente basada en actividades de restauración ecológica se efectuarán en consideración de sus capacidades técnicas y guardando consistencia frente a los enfoques que ha venido empleando para reportar datos asociados a los cambios en la superficie de bosque.	

3.4.3.5.5.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Durante el periodo 2020 – 2024 se implementaron acciones de restauración ecológica en alrededor de 290.397 hectáreas. Estos datos corresponden a acciones de restauración cuya fase de implementación ha finalizado y agrupan actividades adelantadas por diferentes actores del país. El reporte y verificación de estas cifras se realiza a partir de los procedimientos técnicos y administrativos del Aplicativo de Restauración del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Es importante mencionar que el país ha avanzado en la conceptualización de la restauración, incluyendo diferentes acciones que se enmarcan en la restauración multifuncional, cuyo enfoque permite una gestión integral de los paisajes y su biodiversidad, con propósitos encaminados a mejorar la regulación hidroclimática de los territorios, la provisión de alimentos y la producción agrícola, pecuaria y pesquera sustentable (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,

2024b). En este sentido, el país ha alcanzado resultados en materia de restauración multifuncional para el periodo 2023 – 2024 de 391.888 hectáreas (cifra que incluye el valor correspondiente a restauración ecológica).

Es importante señalar que, a la fecha, no se cuenta con datos de restauración ecológica validados mediante sensores remotos, debido a que este tipo de monitoreo exige evidenciar áreas con un crecimiento sostenido a largo plazo (aproximadamente diez años). Lo anterior no implica la ausencia de avances en la materia, pues el país registra resultados significativos en áreas con procesos de restauración como la cifra indicada previamente.

Como parte de los progresos en el seguimiento de la medida, se prevé adelantar las gestiones interinstitucionales correspondientes para establecer metodológicamente el monitoreo de la restauración mediante sensores remotos, para lo cual se estima un aproximado de diez años a partir del establecimiento de las acciones para lograr evidenciar resultados de la restauración. No obstante, se evaluará la posibilidad de visibilizar los esfuerzos que permanentemente adelanta el país en términos de restauración ecológica.

3.4.3.5.6. Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes

Nombre de la medida (MPG 82a)	SUSTITUCION DE FOGONES TRADICIONALES DE LEÑA POR ESTUFAS EFICIENTES
Descripción de la medida (MPG 82b)	
En 2025, el 7% de los hogares colombianos aún dependía de la leña como principal combustible de cocción (DANE, 2026), lo cual implica una demanda de aproximadamente 4,84 millones de toneladas de este recurso energético anualmente. Considerando que los bosques naturales constituyen la principal fuente de recolección de leña para los habitantes de las zonas rurales del país, es claro que la recolección de esta cantidad podría estar generando presión sobre el recurso forestal e incidiendo en procesos de degradación del bosque. El país viene avanzando en la sustitución de combustibles sólidos e ineficientes en el medio rural por combustibles más limpios y con menor impacto ambiental. Debido al impacto que la recolección de leña tiene sobre los stocks de carbono del bosque, esta actividad se contabiliza en el inventario nacional en la categoría *Tierras forestales que permanecen como tales* (4.A.1.a), luego resulta necesario implementar actividades que reduzcan el uso de este recurso energético para evitar las emisiones debidas a la degradación forestal. En 2015, el país generó los *Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción con leña* en el cual se establece el propósito de este, su alcance geográfico (cobertura nacional), su marco temporal de ejecución (hasta 2030) y se define la meta de sustituir los fogones tradicionales por estufas eficientes de leña en 1.000.000 de hogares en zonas rurales y periurbanas del país. La medida implica la distribución de estufas fijas y móviles por parte de Corporaciones Autónomas Regionales, gobernaciones y municipios mediante un procedimiento estandarizado definido a partir del *Proyecto Tipo para la instalación de estufas ecoeficientes para vivienda rural* (DNP, 2021). Para el	

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="9">SUSTITUCION DE FOGONES TRADICIONALES DE LEÑA POR ESTUFAS EFICIENTES</td></tr>
<tr><td colspan="10">cumplimiento de la medida se ha planteado la distribución promedio de 100.000 unidades por año hasta alcanzar la meta en 2030.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Disminuir el uso de leña en hogares rurales mediante la implementación de estufas eficientes que utilizan una menor cantidad de este combustible para la misma demanda de energía.
. Reducir el impacto de la recolección de leña como impulsor de la degradación de los bosques nacionales.
. Contribuir a la meta nacional de reducción de emisiones de carbono negro por efecto de la combustión de la leña utilizada en la cocción doméstica rural.
. Mejorar las condiciones de vidas de las familias rurales por reducción de la contaminación intramural relacionada con el humo generado por la combustión de la leña.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="3">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="4">Estado de la medida (MPG 82e)</td></tr>
<tr><td colspan="3">2015</td><td colspan="3" rowspan="3">Técnico - Operativo</td><td colspan="3">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Año final</td><td colspan="3">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">2030</td><td colspan="3">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="3">LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td>Energía</td><td></td><td>IPPU</td><td></td><td>LULUCF</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Transporte</td><td></td><td>Agricultura</td><td></td><td>Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td></td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td></td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Corporaciones Autónomas Regionales (CARs), Ministerio de Minas y Energía y Departamento Nacional de Planeación (DNP)</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida (MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 32,32/tCO₂eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector AFOLU al cual pertenece esta medida es de USD -28,92/tCO₂eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO₂eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Reducción de la degradación forestal.
. Mejoramiento de la funcionalidad de los ecosistemas forestales.
. Mejoramiento de las condiciones de vida de las familias rurales.
. Disminución de la contaminación intramural y de las emisiones de carbono negro.
. Disminución de diferentes tipos de morbilidades en mujeres y niños asociadas a la inhalación del humo de la leña.
. Desigualdades de género reducidas.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">No Aplica.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">SUSTITUCION DE FOGONES TRADICIONALES DE LEÑA POR ESTUFAS EFICIENTES</td></tr>
<tr><td>Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="3">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Para el cálculo de los resultados de mitigación de esta medida, se utilizan algunos elementos de la metodología AMS.II.G del MDL (Energy efficiency measures in thermal applications of non-renewable biomass - versión 14) sin utilizarla en su completitud ni de manera prescriptiva sino que la incorpora de manera flexible para poder combinarla con el enfoque utilizado por el inventario nacional de GEI respecto al cálculo de las emisiones por consumo de leña que corresponden a la categoría 4.A.1.a (Tierras forestales que permanecen como tales – Bosque natural).

El escenario de línea base considera los consumos de leña de la cantidad de hogares que cada año se integran a la medida, considerando el consumo promedio de leña por hogar que ha sido especificado en el inventario nacional de GEI para la categoría 4.A.1.a. Estos valores se encuentran diferenciados a nivel departamental.

El escenario de mitigación considera un ajuste en el consumo de leña teniendo en cuenta las eficiencias del fogón tradicional y de la estufa eficiente y aplicando la Ecuación #7 de la metodología AMS-II.G. De este ejercicio se infiere una reducción del 25 % del consumo de leña en el escenario de mitigación.

Las reducciones de emisiones se calculan a partir de los ahorros de leña alcanzados y que resultan de la diferencia en los consumos de leña entre los escenarios de referencia y de mitigación.

Las reducciones de emisiones se ajustan considerando valores de la fracción no renovable de la biomasa (fNRB) calculados para cinco regiones de Colombia.

En el Compendio metodológico para el cálculo de la mitigación de las PAM se efectúa una explicación más detallada tanto de la metodología como de los supuestos utilizados para el cálculo de la mitigación de la presente medida.

Por otro lado, la reducción de emisiones estimada se calcula desde el cambio en las actividades de quema de combustibles para uso residencial con especial énfasis en el uso de leña para calor directo. La metodología sigue las directrices del IPCC para la categoría 1A4b junto con refinamientos adicionales que provienen del Balance de Energía Útil del país que permite desagregar la demanda energética en</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>5,2</td><td rowspan="10">El país solo presenta las emisiones esperadas para la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>6,2</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td></tr>
</table>

Nombre de la medida (MPG 82a)	SUSTITUCION DE FOGONES TRADICIONALES DE LEÑA POR ESTUFAS EFICIENTES			
función de su uso en calor directo, calor indirecto, fuerza motriz, iluminación, refrigeración y otros con sus respectivas eficiencias.		2030	-	75,7
Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida	Género			
	Desarrollo de acciones estratégicas orientadas a la protección de la salud y a la transformación cultural con enfoque diferencial de género y étnico. Se reconocen los impactos diferenciados en las mujeres por las labores de cocción de alimentos en los hogares y la disminución de enfermedades respiratorias y de la carga de trabajo de acuerdo con el plan nacional de sustitución de leña y otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminantes para la cocción doméstica de alimentos (UPME, 2025). (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 77)			
	Étnico			
	Desarrollo de acciones estratégicas orientadas a la protección de la salud y a la transformación cultural con enfoque diferencial de género y étnico. Se reconocen los impactos diferenciados en las mujeres por las labores de cocción de alimentos en los hogares y la disminución de enfermedades respiratorias y de la carga de trabajo de acuerdo con el plan nacional de sustitución de leña y otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminantes para la cocción doméstica de alimentos (UPME, 2025). (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 77)			
Observaciones adicionales				
Dado que la modelación actual de las reducciones esperadas no incluye algunos supuestos considerados en el inventario nacional de gases de efecto invernadero – INGEI para la estimación de emisiones por uso de leña para cocción; se plantea la revisión y verificación de la metodología de proyección, de esta manera se podrá contrastar de manera apropiada las reducciones proyectadas respecto a las alcanzadas por la medida.				

3.4.3.5.6.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Los principales progresos que presenta la medida durante el período de reporte son los siguientes:

- Promoción del proyecto tipo de estufas ecoeficientes con entidades territoriales, juntas de acción comunal (JAC) y comunidad general, en el marco de la socialización del plan nacional de sustitución de leña y otros contaminantes para cocción (PNSL).
- Concertación entre la Unidad de Planificación Minero-Energética y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para incluir en los escenarios del PNSL la solución de Estufas Ecoeficientes como medida transicional para reducir el consumo de leña.
- Integración de proyectos de estufas ecoeficientes con proyectos de conservación de áreas ambientales estratégicas y lucha contra la deforestación, dentro de las convocatorias del sistema general de regalías.

3.4.3.5.7. Reducción intersectorial de la deforestación

Nombre de la medida (MPG 82a)	REDUCCION INTERSECTORIAL DE LA DEFORESTACION

Descripción de la medida (MPG 82b)

El país cuenta con cerca de 59 millones de hectáreas en bosque natural, sin embargo, también presenta altas tasas de deforestación que han variado en sus últimos diez años entre 219.552 ha (su punto más alto en 2017) hasta 79.256 ha (su punto más bajo en 2023). El sector LULUCF representa casi el 40% de las emisiones nacionales de GEI donde la pérdida de la cobertura forestal ha tenido un papel preponderante. Esta medida responde a la necesidad del país en contrarrestar este evento y se enmarca en su estrategia nacional REDD+. Por medio de este documento de política, se fijaron las acciones requeridas para reducir la deforestación, la degradación de los bosques y las emisiones de GEI asociadas, con una visión integral del bosque y de su papel en el desarrollo del país (Minambiente, 2018). El país estableció como meta reducir a 50.000 ha la pérdida de la cobertura forestal en 2030. Como se comunicó en la NDC 2020, en caso de hacer uso de enfoques cooperativos y de mercado incluidos los del art. 6, el país espera lograr una reducción de deforestación de bosque natural a 0 hectáreas/año neto en 2030.

Para lograr la meta, la medida atiende las líneas estratégicas definidas en su ENREDD que se reseñan a continuación:

- Gestión sociocultural de los bosques y conciencia pública.
- Desarrollo de una economía forestal y cierre de la frontera agropecuaria.
- Gestión transectorial del ordenamiento territorial y los determinantes ambientales.
- Monitoreo y control.
- Generación y fortalecimiento de capacidades legales, institucionales y financieras.

También contribuye a este propósito lo establecido en la Política Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques (CONPES 4021) y el Plan Integral de Contención de la Deforestación 2023 – 2026, siendo este última, una apuesta importante para lograr que las áreas con deforestación activa se transformen en núcleos de desarrollo forestal y de biodiversidad (NDFyB).

Adicionalmente, el país viene adelantando importantes esfuerzos en acciones de restauración enmarcados en compromisos como la meta de restauración del PND 2022-2026, correspondiente a 753.000 hectáreas, el Plan de Acción de Biodiversidad que establece una meta de 2.000.000 de hectáreas en procesos de restauración, rehabilitación y recuperación a 2030, y el compromiso de la Ley 2169 de 2021 de 1.000.000 de hectáreas a 2030 en restauración.

Con estos esfuerzos el país avanza frente al cumplimiento del compromiso de deforestación neta, articulando las acciones para la contención de la deforestación con los procesos de restauración.

Objetivos de la medida (MPG 82c)

- Reducir la deforestación a una tasa de 50.000 ha/año en el año 2030.
- Ejecutar medidas de monitoreo a través del fortalecimiento del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC).
- Usar sostenible mente los bosques a través de la articulación de distintos mecanismos o instrumentos.

Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)	Estado de la medida (MPG 82e)	
2021	Regulatorio y Técnico - Operativo	Prevista	
Año final		Aprobada	
2035		Implementada	X

	Categoría IPCC prevaleciente				LULUCF	
	Energía		IPPU		LULUCF	X

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="8">REDUCCION INTERSECTORIAL DE LA DEFORESTACION</td></tr>
<tr><td>Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="2">Transporte</td><td></td><td colspan="2">Agricultura</td><td></td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td>X</td><td>N_2O</td><td></td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td></td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="3">Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Transporte, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y Ministerio de Defensa Nacional.</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="9">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de USD 1,22/tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector AFOLU al cual pertenece esta medida es de USD -28,92/tCO_2eq. Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="10">. Conservación del capital natural.
. Aumento de productividad del territorio.
. Mantenimiento de servicios ecosistémicos.
. Generación de empleo.
. Recuperación y sostenimiento de la biodiversidad.
. Cohesión socioambiental.
. Desarrollo de la bioeconomía.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="10">No Aplica.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="5">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="5" rowspan="3">La mitigación de esta medida se establece de conformidad con lo estipulado en el Artículo 5° del Acuerdo de París, así como de las Decisiones 12 / CP 17 sobre la adopción de niveles de referencia de emisiones forestales (NREF) y las disposiciones dimanadas del Marco de Varsovia sobre REDD+ (Decisiones 9 / CP. 19, 13 / CP. 19 y 14 / CP. 19).

De conformidad con lo anterior, la línea base de la medida se define a través del NREF establecido para el período de reporte. El país presentó un NREF</td><td>AÑO</td><td colspan="2">LOGRADAS ($ktCO_2eq$.)</td><td>ESPERADAS ($ktCO_2eq$.)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="2">5.198,95</td><td rowspan="2">El país solo presenta las emisiones esperadas para la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td colspan="2">7.562,54</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">REDUCCION INTERSECTORIAL DE LA DEFORESTACION</td></tr>
<tr><td>para el período 2018 – 2022 y un segundo y más reciente NREF para el período 2023 – 2027.

Los NREF presentados por el país comprenden la modelación de la trayectoria de la deforestación tomando los datos observados de deforestación para un período de referencia de 10 años. La modelación considera una trayectoria logística de tal forma que incorpora un ajuste por circunstancias nacionales para cada año de vigencia del NREF.
El escenario de mitigación considera los datos de deforestación observada para cada año del período de reporte y generados a partir de la información presentada por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) que determina el cambio en la cobertura forestal a partir de un enfoque espacialmente explícito.

Las emisiones se estiman como el producto del dato de actividad establecido en cada escenario por los factores de emisión correspondiente para cada uno de los NREF que cubren el período de reporte.

Los resultados de mitigación se generan a partir del cálculo de la diferencia entre las emisiones por deforestación proyectadas en el NREF y las emisiones por deforestación observada para el año de referencia.

El abordaje metodológico para las emisiones del período 2020 – 2022 se presentan con detalle en el Anexo Técnico de REDD+ presentado para el período 2018 – 202244.</td><td colspan="3"><table>
<tr><td>2022</td><td>36.566,49</td><td></td></tr>
<tr><td>2023</td><td>42.463,38</td><td></td></tr>
<tr><td>2024</td><td>33.796,87</td><td></td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td>2029</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td>2030</td><td>-</td><td>50.503</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3">Involucramiento de las asociaciones de mujeres indígenas y campesinas. Visibilización del rol de la mujer en los procesos de participación efectiva en la toma de decisiones sobre las acciones para reducción de la deforestación de acuerdo con el Plan de Acción de Biodiversidad al 2030, el cual promueve acciones transversales de género para el reconocimiento de las mujeres, comunidades y territorios a partir de las acciones desarrolladas en el marco de las 6 metas que contribuyen al cumplimiento de las 23 metas globales del Marco Kunming-Montreal. (Colombia, NDC 3.0, Anexo 3, 2023, p. 167)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Étnico</td></tr>
</table>

44 Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/ANEXO%20TECNICO%20COLOMBIA%202018_2022_modified%20submission_.pdf

Nombre de la medida (MPG 82a)	REDUCCION INTERSECTORIAL DE LA DEFORESTACION
	En el marco del derecho a la Consulta Libre, Previa e Informada, la participación, así como los derechos de los Pueblos Indígenas, Comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, y comunidades campesinas. (Colombia, NDC 3.0, Anexo 3, 2023, p. 167).
Observaciones adicionales	
En su más reciente NREF presentado ante la CMNUCC para el período 2023 - 2027, el país incorporó la degradación forestal como nueva actividad REDD+, siguiendo un enfoque "paso a paso" (stepwise approach), lo que implica que el país está en capacidad de presentar reducciones de emisiones asociadas a esta actividad. Las reducciones logradas que se reportan para los años 2023 y 2024 solo incorporan las reducciones relacionadas con la deforestación evitada para los años mencionados con el propósito de mantener consistencia con la forma en que se proyectaron los resultados esperados de esta medida tanto en la NDC 2020 como en la NDC 3.0. El país está considerando la modificación de la presente medida para sus futuros reportes en función de esta mejora y de aquellas que se sucedan de conformidad con los futuros niveles de referencia de emisiones forestales que el país comunique a la CMNUCC.	

3.4.3.5.7.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

El país enmarca esta medida de reducción de emisiones debidas a la deforestación dentro de la Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques (EICDGB). Dicha estrategia fijó las acciones requeridas para reducir la deforestación, la degradación de los bosques y las emisiones de GEI asociadas, con una visión integral del bosque y de su papel en el desarrollo del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et. al, 2018). Para lograr la meta, la medida atiende las líneas estratégicas definidas en la EICDGB que se enuncian a continuación:

- Gestión sociocultural de los bosques y conciencia pública
- Desarrollo de una economía forestal y cierre de la frontera agropecuaria
- Gestión transectorial del ordenamiento territorial y los determinantes ambientales
- Monitoreo y control
- Generación y fortalecimiento de capacidades legales, institucionales y financieras

También contribuye a este propósito, lo establecido en la Política Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques (CONPES 4021) y el Plan Integral de Contención de la Deforestación (PICD) 2023 – 2026. Este último es una apuesta importante para lograr que las áreas con deforestación activa se transformen en núcleos de desarrollo forestal y de biodiversidad (NDFyB). La implementación de esta medida está orientada a la reducción de la deforestación a nivel nacional. Las acciones en el marco del Plan Integral de Control a la Deforestación 2023-2026, se han concentrado principalmente en la región Amazónica, con base en la identificación de 44 Núcleos Activos de Deforestación (NAD) por parte del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono

(SMByC) del Ideam, definidos como áreas que evidencian tasas de deforestación persistentes en los últimos 20 años. Bajo este entendido, el Plan prioriza los esfuerzos en 28 NAD, 22 de los cuales se ubican en la Amazonía y los restantes en el Chocó Biogeográfico (Pacífico Norte y Nariño), Catatumbo, Nororiente Antioqueño y Sur de Bolívar, y Orinoquia[45].

En cumplimiento de esta medida, el país ha adelantado esfuerzos de política pública en relación con la contención de la deforestación. En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible generó e implementó el Plan Integral de Contención de la Deforestación 2023-2026 (PICD), como el marco de gestión integral e intersectorial para atender el fenómeno de la deforestación. De esta manera, promueve que los Núcleos Activos de Deforestación (NAD) se transformen en Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad (NDFyB). El PICD priorizó la identificación de actores para la coordinación entre entidades, población local y demás partes involucradas, permitiendo la articulación en distintos niveles para lograr la implementación integral y eficaz de la contención de la deforestación a nivel nacional. Dicho plan se estructura en cinco componentes estratégicos: i) Acuerdos sociales, ii) Ordenamiento territorial, iii) Agenda ambiental para la paz, iv) Fortalecimiento institucional y v) Investigación criminal y monitoreo continuo.

De acuerdo con el informe de monitoreo de la superficie de bosque publicado por el Ideam, Colombia registró 113.608 hectáreas deforestadas en 2024, consolidándose como la segunda cifra más baja de deforestación de los últimos años, solo después de la cifra de 2023, correspondiente a 79.256 hectáreas deforestadas en ese año. Los avances descritos demuestran el compromiso del país con el cumplimiento de esta medida de la NDC. Esto se refleja en los diferentes instrumentos de política pública que han incorporado la reducción de la deforestación como eje estratégico, resaltándose el Plan Nacional de Desarrollo 2023-2026 que estableció reducir la deforestación nacional al menos en un 20 % tomando como línea base el año 2021. Además, sustenta la construcción e implementación del Plan Integral de Contención de la Deforestación 2023-2026 (PICD), el cual se considera, actualmente, como la estrategia principal del sector Ambiente para contener la deforestación, por medio de la intervención integral en los territorios, con un enfoque de desarrollo sostenible y de construcción participativa.

En línea con lo reportado en la sección 3.3.1.2 (indicador de deforestación), el país reporta su seguimiento a la meta de deforestación por ahora en términos de deforestación bruta, no se presenta cuantificación en términos de deforestación neta dado que su determinación implica contar con cifras de restauración

45 Plan Integral de Contención de la Deforestación 2023-2026. Juntos para Conservar la Naturaleza que Tenemos. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/03/Plan-Integral-Contencion-Deforestacion-2023-2026.pd f

ecológica validadas a través de sensores remotos. Actualmente, el país registra datos de restauración asociados a acciones que ya culminaron su fase de implementación y han sido reportados por actores involucrados; sin embargo, no cuentan con validación satelital, ya que este tipo de monitoreo exige evidenciar áreas con un crecimiento sostenido a largo plazo (aproximadamente diez años).

En el marco del Plan Integral de Contención de la Deforestación 2023-2026, se implementa una estrategia de incentivos a la conservación, como una medida de choque inicial para contener la deforestación en el territorio amazónico. Es decir, es una medida transitoria que debe venir acompañada por una estrategia integral de intervención en el territorio que permita transitar de un NAD a un NDFyB (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). En este sentido, bajo el proyecto Conservar Paga se han realizado acuerdos de conservación en 273.000 hectáreas aproximadamente, vinculando a más de 7.000 gestores de cambio con acuerdos firmados. Se destaca también la implementación del programa de Extensión Forestal, donde ésta se concibe como instrumento de política pública y de gestión social del territorio que busca acompañar, capacitar y asesorar a las comunidades locales, pequeños productores, asociaciones campesinas, entre otros, en el uso, manejo y conservación sostenible de los bosques y demás ecosistemas. Del programa se resaltan los siguientes resultados:

- Diplomado de Extensión Forestal Instituto SINCHI: 168 líderes capacitados en la primera convocatoria y 419 en la segunda convocatoria.
- Proceso de formación de extensionistas realizado por el Proyecto ProBosques II de GIZ con la participación de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, donde se formaron un total de 99 personas (43 graduados de diplomados profesionales/técnicos y 56 graduados del Curso WhatsApp para expertos locales).

3.4.3.6. Sector Residuos

El sector de residuos representa aproximadamente el 6,97 % de las emisiones totales del país. La gestión de los residuos sólidos urbanos y el tratamiento de aguas residuales domésticas son las dos principales fuentes de GEI dentro de este grupo de emisiones. Por lo tanto, en Colombia, las PAM en el sector se centran en el ámbito del saneamiento básico46. Esto incluye fortalecer el tratamiento de la fracción orgánica y el aprovechamiento de la fracción reciclable de los residuos sólidos urbanos, fomentando la economía circular, el aumento en la cobertura

46 No se incluyen PAMS relacionadas con la incineración controlada de residuos y tratamiento de vertimientos del sector industrial (fuentes de emisión que no son categoría clave en el INGEI del país).

del tratamiento de las aguas residuales domésticas y el aprovechamiento del biogás generado mediante tecnologías avanzadas.

El saneamiento básico en Colombia juega un papel crucial en la mejora de la salud pública, la protección de los cuerpos de agua, y la reducción de las brechas en el acceso a servicios esenciales, especialmente en zonas rurales y comunidades vulnerables donde las enfermedades relacionadas con el agua son más comunes. A medida que el país amplía la cobertura, la continuidad y mejora de calidad de estos servicios, se fortalecen las condiciones de vida de la población, se protegen los ecosistemas acuáticos y se asegura la sostenibilidad de los recursos hídricos.

Por lo tanto, las PAM en este sector no solo son clave para mitigar el cambio climático, sino que también constituyen un pilar esencial para la salud, el bienestar y el desarrollo sostenible de Colombia. Este papel estratégico ha llevado a que dichas acciones sean impulsadas y reforzadas en el actual PND 2022 – 2026, principalmente a través del catalizador 2: El agua, la biodiversidad y las personas, en el centro del ordenamiento territorial de la "Transformación ordenamiento del territorio alrededor del agua y justicia ambiental", y del catalizador 6: Ciudades y hábitats resilientes de la "Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática". En la Tabla 3-32 se presenta la relación de estos dos catalizadores con las PAM del sector.

La NDC vigente incluye, en su portafolio de mitigación, dos PAM relacionadas con el sector residuos. Estas hacen parte de las líneas estratégicas del PIGCCS del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, adoptado por Resolución 0431 de octubre del 2020 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020). Además, estas acciones fueron también adoptadas en la Ley 2169 de 2021 de acción climática y su cumplimiento se encuentra bajo el liderazgo del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia en conjunto con otras entidades del gobierno.

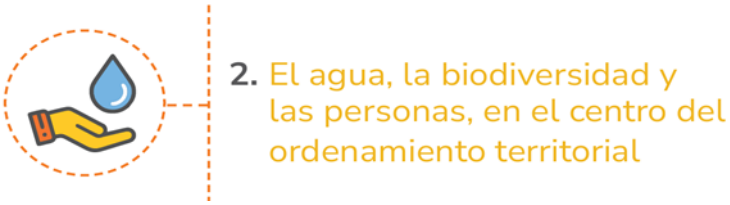
Estas PAM son:

- Gestión integral de residuos sólidos - GIRS.
- Aprovechamiento energético del biogás en el tratamiento de aguas residuales.

Debe señalarse que la medida sobre gestión integral de residuos sólidos (GIRS) presenta un potencial estimado de mitigación en 2030 de 1,76 millones de t de CO_2eq, que cubre la categoría IPCC: 5A1 – Sitios gestionados de eliminación de residuos sólidos. En lo que respecta a la medida de gestión de aguas residuales domésticas (GARD), ésta comprende la categoría IPCC: 5D1 - Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas. Sin embargo, es importante mencionar que esta medida actualmente no cuenta con un potencial de mitigación definido debido a la falta de información que resulta necesaria para

construir una línea base y unas metas asociadas al uso del biogás, por ende, la mitigación se presenta en términos de la gestión realizada para su implementación.

Tabla 3-32. Catalizadores del PND 2022 - 2026 relacionados con las PAM del sector residuos.

Catalizador 2 de la "Transformación ordenamiento del territorio alrededor del agua y justicia ambiental

Relación con las PAM del sector
El catalizador 2 Incluye la línea de acción **"Ciclo del agua como base del ordenamiento territorial"** en donde señala, entre otros aspectos que, para el sector de agua y saneamiento, se fortalecerá la política de gestión del riesgo de desastres y de variabilidad y cambio climático y se fortalecerá el acceso a nuevas tecnologías para el manejo adecuado de vertimientos, a través del tratamiento de las aguas residuales que permita la descontaminación de las fuentes hídricas. Se formularán lineamientos para el manejo de aguas lluvias, la gestión de escorrentía y los excedentes hídricos urbanos, incluyendo sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) y otras soluciones basadas en la naturaleza (SBN).
Catalizador 6 de la "Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática".

Relación con las PAM del sector
El catalizador 6 Incluye la línea de acción **"Uso eficiente de los recursos para el desarrollo de ciudades circulares"** para contribuir a la carbono neutralidad y la resiliencia climática. En este marco, se implementarán el Programa Basura Cero y la política de aprovechamiento, coordinados por el Ministerio de Vivienda, que involucrarán a los gobiernos locales, el sector productivo y la sociedad civil, con un rol central para la población recicladora. Este programa promoverá la inclusión social y económica, la eliminación de botaderos a cielo abierto mediante alternativas tecnológicas, y la transformación de vertederos en parques de valorización de residuos. También se fortalecerá la gestión de residuos de construcción y demolición, se impulsará el reúso de aguas residuales y subproductos, y se fomentará la digitalización y medición inteligente en el sector de agua y saneamiento, promoviendo así la economía circular en conjunto con el sector productivo.

Nota. Elaboración propia con información de PND 2022 – 2026.

A continuación, se describe en formato tabular cada una de estas PAM en función de lo que establecen las MPG 82 a 86. Para cada una de ellas se incluye un resumen del avance en la gestión de la mitigación realizada.

3.4.3.6.1. Gestión integral de residuos sólidos - GIRS

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="6">GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - GIRS</td></tr>
<tr><td colspan="7">Descripción de la medida (MPG 82b)</td></tr>
<tr><td colspan="7">Esta medida se enmarca en el Decreto 0670 de 2025 – Programa Basura Cero, el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial (PIGCCS) del sector vivienda, los documentos CONPES 3874 de 2016 "Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos" y CONPES 3934 de 2018 "Política de Crecimiento Verde".
Su propósito es promover el diseño, implementación y operación de tecnologías de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos como actividad complementaria al servicio público de aseo, contribuyendo a reducir progresivamente la disposición final de residuos potencialmente aprovechables y las emisiones asociadas a su gestión.

Las principales acciones comprendidas en esta medida son:
. Ejecutar medidas de monitoreo a través del fortalecimiento del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC).
. Gestión y promoción de Sistemas de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB): impulsar la implementación de tecnologías que permitan la separación, tratamiento y valorización de residuos orgánicos e inorgánicos, favoreciendo la reducción del volumen dispuesto en rellenos sanitarios.
. Aprovechamiento de materiales reciclables: fortalecer los procesos de separación en la fuente y reciclaje, integrados al Decreto Basura Cero, con el fin de disminuir las emisiones de GEI, ahorrar energía y materias primas, y consolidar la economía circular bajo criterios de viabilidad económica y sostenibilidad ambiental.
. Captación, conducción y quema de biogás en rellenos sanitarios: promover la instalación de sistemas para el control y manejo del biogás, en articulación con el PIGCCS Vivienda y el Decreto Basura Cero, con el objetivo de reducir emisiones de gases de efecto invernadero, diversificar fuentes de energía renovable y generar beneficios ambientales y económicos.
. Aprovechamiento de biogás: fomentar el diseño e implementación de sistemas de uso y aprovechamiento del biogás (cogeneración eléctrica o térmica, y la producción de biometano) capturado en rellenos sanitarios existentes y nuevas celdas, contribuyendo a la transición energética y la mitigación del cambio climático.
. Reducción en la generación de residuos orgánicos de comida por efecto de la recuperación de alimentos excedentarios a través de ABACO.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Objetivos de la medida (MPG 82c)</td></tr>
<tr><td colspan="7">. Adelantar acciones que promuevan el diseño, implementación y operación de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos
. Disminuir gradualmente la disposición final de los residuos potencialmente aprovechables, con base en estudios de beneficio -costo, viabilidad tecnológica y sostenibilidad financiera.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Año de inicio (MPG 82h)</td><td colspan="2">Tipo de instrumento (MPG 82d)</td><td colspan="2">Estado de la medida (MPG 82e)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2025</td><td colspan="2" rowspan="3">Regulatorio</td><td colspan="2">Prevista</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Año final</td><td colspan="2">Aprobada</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2035</td><td colspan="2">Implementada</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sectores que impacta (MPG 82f)</td><td colspan="3">Categoría IPCC prevaleciente</td><td colspan="2">Residuos</td><td></td></tr>
<tr><td>Energía</td><td></td><td>IPPU</td><td></td><td>LULUCF</td><td></td></tr>
<tr><td>Transporte</td><td></td><td>Agricultura</td><td></td><td>Residuos</td><td>X</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="8">GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - GIRS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Gases afectados (MPG 82g)</td><td>CO_2</td><td></td><td>N_2O</td><td></td><td>PFC</td><td></td><td>NF_3</td><td></td></tr>
<tr><td>CH_4</td><td>X</td><td>HFC</td><td></td><td>SF_6</td><td></td><td>OTRO</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>Entidad responsable (MPG 82i)</td><td colspan="2">Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio</td><td>Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)</td><td colspan="5">Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), Empresas prestadoras del servicio público de aseo, operadores de rellenos sanitarios, asociaciones de recicladores y Red ABACO.</td></tr>
<tr><td>Costos de la medida
(MPG 83a)</td><td colspan="8">El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida se presenta de forma desagregada para las actividades que lo conforman. La implementación del tratamiento mecánico biológico (TMB) presenta un CMA de USD 27,47/tCO_2eq; mientras que el reciclaje de plástico, papel y vidrio posee un CMA de USD 3,89/tCO_2eq. En lo que respecta a la captura y quema de biogás, su CMA es de USD 0,32/tCO_2eq y el aprovechamiento energético de este biogás considera un costo marginal de abatimiento de USD 6,57/tCO_2eq. En comparación, el CMA promedio calculado en general para el sector residuos al cual pertenece esta medida es de USD 22,54/tCO_2eq.

Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO_2eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Beneficios esperados (MPG 83b)</td></tr>
<tr><td colspan="9">. Mejoramiento de la calidad del aire.
. Conservación de recursos naturales.
. Menor presión sobre rellenos sanitarios y reducción en la generación de lixiviados.
. Ahorros en costos de disposición final.
. Aprovechamiento económico de residuos reciclables.</td></tr>
<tr><td colspan="9">Interacción con otras medidas (MPG 83c)</td></tr>
<tr><td colspan="9">No Aplica.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)</td><td colspan="6">Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="10">Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.</td><td>AÑO</td><td>LOGRADAS ($ktCO_2eq.$)</td><td colspan="3">ESPERADAS ($ktCO_2eq.$)</td></tr>
<tr><td>2020</td><td>NE</td><td colspan="3" rowspan="9">El país solo presenta las emisiones esperadas de la medida para el año meta (2030)</td></tr>
<tr><td>2021</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2022</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2023</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2024</td><td>NE</td></tr>
<tr><td>2025</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2026</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2027</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2028</td><td>-</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Nombre de la medida (MPG 82a)</td><td colspan="3">GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS - GIRS</td></tr>
<tr><td></td><td>2029</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2030</td><td>-</td><td>1.768,6</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Enfoques diferenciales e interseccionales en la implementación de la medida</td><td colspan="3">Género</td></tr>
<tr><td colspan="3">Promueve el avance hacia la igualdad de género de acuerdo con la guía para la inclusión del enfoque de género para las mujeres en el ciclo de planeación y presupuestación sector vivienda, ciudad y territorio. Tomando en cuenta los enfoques dispuestos en la Resolución 0467 del 22 de julio de 2025, se analizará cómo las diversas condiciones y características de las personas y grupos (sociales, económicas, de género, etarias, étnico-raciales, de discapacidad, de identidad de género, de orientación sexual, pertenencia al campesinado, entre otras) interactúan generando situaciones particulares de vulnerabilidad, exclusión o discriminación en relación con el hábitat y el acceso a servicios. (Colombia, NDC 3.0, Anexo 3, 2023, p. 167)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Étnico</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Observaciones adicionales</td></tr>
<tr><td colspan="4">Sin observaciones adicionales</td></tr>
</table>

3.4.3.6.1.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, durante el periodo de reporte, avanzó en la formulación y expedición de la reglamentación sectorial y la formulación de programas asociados a la reducción del venteo pasivo en rellenos sanitarios y la disminución de la disposición final de materiales reciclables y orgánicos. Enseguida se detallan estos avances:

- El Decreto 0670 de 2025, que reglamenta el programa “Basura Cero”, es la estrategia de mayor impacto para la reducción de GEI en el sector. Busca disminuir progresivamente la disposición final mediante la producción sostenible, el consumo responsable, la separación en la fuente y la reincorporación de materiales a las cadenas productivas. Este programa apoya la reducción de GEI a través de alternativas para disposición final en botaderos a cielo abierto, aumento de las tasas de tratamiento de residuos, entre otros aspectos. Así mismo, fortalece y dignifica a los recicladores de oficio, promoviendo su fortalecimiento organizativo, viabilidad financiera y la gestión de materiales aprovechables por sus asociaciones.

Para su ejecución a 12 años, un Comité Técnico Intersectorial articula los organismos gubernamentales, autoridades ambientales, academia y ciudadanía en la formulación de un plan de acción con metas específicas. A nivel territorial, los municipios y distritos deben alinear sus Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) con las metas nacionales de Basura Cero, mientras que impulsa la reconversión de los rellenos sanitarios hacia parques tecnológicos y

ambientales con sistemas de tratamiento de biomasa residual y la valorización del biogás. En términos financieros, busca diversificar las fuentes de financiación adicionales a la tarifa del servicio público de aseo con fuentes de financiación pública (Presupuesto General de la Nación, Sistema General de Participaciones - SGP, Sistema General de Regalías - SGR y aportes de entes territoriales) y otras fuentes de financiación (inversión privada, cooperación internacional, banca multilateral, incentivos a proyectos de mitigación, y aplicación a bonos verdes, sociales y soberanos).

La iniciativa Basura Cero articula la gestión ambiental con la inclusión social, la planeación local y la viabilidad financiera, consolidándose como un eje fundamental para la reducción de GEI y la optimización de los sistemas de información climática y sectorial[47].

- Proceso de formulación del nuevo Marco tarifario de aseo para municipios mayores a 5.000 suscriptores. El nuevo marco tarifario de aseo, que se encuentra en conciliación para su expedición en el segundo semestre de 2026, es el instrumento financiero que permitirá transformar el reconocimiento tarifario de las actividades de gestión de residuos con el objetivo de implementar basura cero y con una visión de acción climática.

La metodología propuesta, permite eliminar la disposición final como tecnología de referencia (en rellenos sanitarios) para abrir paso al reconocimiento de costos específicos por las actividades asociadas a la economía circular. Se resalta el reconocimiento de los costos asociados a la captura y quema del biogás (metano). Esto se suma a los esfuerzos en el marco de Basura Cero para el aprovechamiento energético del biogás, que se encuentra en estudio bajo las competencias de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) y la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG). De esta forma, se espera que la norma incentive económicamente a las empresas para que modernicen sus procesos, viabilizando la transición hacia Parques Tecnológicos Ambientales y sumando el aporte del sector residuos a las metas climáticas del país[48].

Por último, es importante señalar que se presentaron barreras en la estimación y cuantificación, especialmente para las actividades de tratamiento de residuos sólidos. Lo anterior, toda vez que los reportes en el sistema de información del sector Agua y Saneamiento Básico (Sistema Único de Información - SUI)[49], no

47 Más información sobre el programa se puede encontrar en los siguientes vínculos: https://www.minvivienda.gov.co/basura-cero y https://minvivienda.gov.co/normativa/decreto-0670-2025
48 Las bases y estudios para el nuevo marco tarifario se pueden encontrar en el siguiente enlace: https://www.cra.gov.co/aseo-grandes-prestadores
49 El SUI es el sistema oficial del sector de servicios públicos domiciliarios del país que recoge, almacena, procesa y publica información reportada por parte de las empresas prestadoras y entidades territoriales (Superservicios, 2026)

cuentan con la oportunidad, rigor y calidad suficientes. Datos como la caracterización de residuos sólidos son inconsistentes o tienen rezagos significativos, así mismo la ausencia de datos sobre biogás. Dado lo anterior, se determinó la necesidad de adelantar un plan de mejoramiento que permita construir un informe que cumplan los criterios de transparencia para el próximo BTR.

3.4.3.6.2. Aprovechamiento energético del biogás en el tratamiento de aguas residuales

Nombre de la medida (MPG 82a)	APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Descripción de la medida (MPG 82b)
La medida busca fortalecer la gestión del biogás generado en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que emplean procesos anaerobios, promoviendo su aprovechamiento energético y el establecimiento de lineamientos técnicos y regulatorios para su manejo seguro y eficiente. Más que ampliar la cobertura del tratamiento, esta acción se enfoca en optimizar la gestión del biogás existente, reduciendo las emisiones fugitivas de metano (CH_4) mediante la captura, conducción y uso energético o quema controlada del gas producido durante los procesos de digestión. Es pertinente señalar, que esta medida está enmarcada en el tratamiento de las aguas residuales domésticas y excluye el tratamiento de las aguas residuales industriales, las cuales superan las competencias del sector Vivienda, Ciudad y Territorio. La medida incorpora la experiencia de proyectos nacionales de aprovechamiento de biogás en plantas de gran escala como referencia técnica, buscando replicar y ampliar estas soluciones a otros sistemas de tratamiento en el país. Asimismo, se prevé la definición de metas específicas de captura, quema y uso energético del biogás una vez se actualice el modelo nacional de mitigación y se disponga de información detallada sobre las capacidades tecnológicas y operativas de las PTAR a nivel nacional, con proyecciones a 2030 y 2035.

Objetivos de la medida (MPG 82c)
. Impulsar la implementación de tecnologías para el aprovechamiento del biogás generado en el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas - Plantas anaerobias, atendiendo criterios de eficiencia, sostenibilidad y calidad. . Fortalecer instrumentos regulatorios que faciliten el aprovechamiento del biogás como fuente de energía renovable, reduciendo emisiones de metano y promoviendo la economía circular. . Impulsar la economía circular, fomentando el tratamiento de las aguas residuales para la valorización y reincorporación de materiales recuperados en cadenas productivas (Biosólidos).

Año de inicio (MPG 82h)	Tipo de instrumento (MPG 82d)	Estado de la medida (MPG 82e)	
2026	Regulatorio	Prevista	
Año final		Aprobada	
2030		Implementada	X

Sectores que impacta (MPG 82f)	Categoría IPCC prevaleciente				Residuos	
	Energía		IPPU		LULUCF	
	Transporte		Agricultura		Residuos	X

Gases afectados (MPG 82g)	CO_2		N_2O		PFC		NF_3	
	CH_4	X	HFC		SF_6		OTRO	

Nombre de la medida (MPG 82a)	APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
Entidad responsable (MPG 82i)	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Entidad(es) de apoyo (MPG 82i)	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), y Empresas operadoras de PTAR.
Costos de la medida (MPG 83a)	El costo marginal de abatimiento (CMA) calculado para esta medida es de **USD 14,86/tCO₂eq**. En comparación el CMA promedio calculado en general para el sector residuos al cual pertenece esta medida es de USD 22,54/tCO₂eq. Es importante señalar que los valores de CMA presentados en este documento no deben interpretarse como costos de implementación. El CMA es una medida de costo-efectividad que refleja el costo incremental de reducir una tonelada de CO₂eq en relación con un escenario de referencia, y no abarca los costos de transacción, los costos institucionales ni otros elementos asociados a la puesta en marcha de las medidas. Para el análisis integral de viabilidad e implementación, estos valores deben complementarse con análisis financieros y con las metodologías de necesidades de financiamiento, incluidas las reportadas en el Capítulo 5 del BTR2.		
Beneficios esperados (MPG 83b)			
. Mejoramiento de la eficiencia energética del sector de saneamiento. . Fortalecimiento de la resiliencia hídrica y la sostenibilidad ambiental. . Reducción de riesgos sanitarios. . Promoción de enfoques de economía circular por el aprovechamiento de subproductos del tratamiento de las aguas.			
Interacción con otras medidas (MPG 83c)			
El aprovechamiento de biogás para generación eléctrica incide en la base total de generación eléctrica y, por ende, en el consumo de combustibles fósiles para generación térmica. Lo anterior genera cambios en las medidas de eficiencia energética en oferta y en generación eléctrica.			

Abordaje metodológico para cuantificar los resultados de mitigación (MPG 86)	Reducción de Emisiones de GEI (MPG 85)		
	AÑO	LOGRADAS (ktCO₂eq.)	ESPERADAS (ktCO₂eq.)
Hasta el momento de la elaboración del presente reporte, el país enfrentaba desafíos metodológicos y limitantes de información para adelantar un cálculo robusto de las reducciones emisiones de esta medida. Hace parte del plan de mejora de la medida superar estas dificultades y, con ello, poder cuantificar los resultados de mitigación generados para futuros periodos de reporte.	2020	NE	Por definir
	2021	NE	
	2022	NE	
	2023	NE	
	2024	NE	
	2025	-	
	2026	-	
	2027	-	
	2028	-	
	2029	-	
	2030	-	NE

Enfoques diferenciales e interseccionales en la	Género

Nombre de la medida (MPG 82a)	APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
implementación de la medida	Étnico
Observaciones adicionales	
Como fue indicado previamente, esta medida aún no cuenta con un potencial de reducción de emisiones debido a que adolece de información que permita determinar una línea base y metas de uso y aprovechamiento de biogás dentro del horizonte de implementación. Información adicional puede ser consultada en la ficha de caracterización de la medida, que se incluye en el documento de la NDC 3.050.	

3.4.3.6.2.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Durante el periodo, la normatividad expedida para el sector de agua potable y saneamiento básico orienta la gestión de las aguas residuales domiciliarias hacia los objetivos de mitigación, creando instrumentos para que los sistemas de tratamiento no solo reduzcan la carga contaminante, sino que capturen y aprovechen subproductos y emisiones de GEI en el marco de la economía circular. Estos instrumentos regulatorios se detallan a continuación:

a. Se expidió la Resolución CRA 1032 de 2026, que establece la metodología tarifaria para prestadores de acueducto y alcantarillado con más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas. Esta norma, que entró en vigor el 1 de julio de 2026, clasifica a las empresas en cuatro segmentos y define cobros basados en costos de referencia (cargo fijo y por consumo), integrando incentivos por buenas prácticas y descuentos por incumplimiento[51]. En materia de cambio climático, la regulación vincula metas anuales obligatorias en eficiencia energética, fomento de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER), reúso de aguas residuales y planes de sostenibilidad hídrica para mitigar el riesgo hídrico y reducir directamente las emisiones de GEI. En la Tabla 3-33 se relacionan algunos hitos para el seguimiento asociado a esta PAM:

Tabla 3-33. Contribución a mitigación de GEI por la PAM.

CÓDIGO	HITO	SERVICIO	CONTRIBUCIÓN A GEI / CAMBIO CLIMÁTICO
IDH11	Cobertura de tratamiento de aguas residuales domésticas	Alcantarillado	El considerando de la resolución (pág. 6) cita la Ley 2169 de 2021 que busca reducir GEI mediante aumento de cobertura de tratamiento y gestión de biogás en PTAR con tecnología anaeróbica (captura y quema/aprovechamiento de metano).

50 Anexos, pág. 152. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/2025-12/NDC%203.0%20Transformaciones%20para%20la%20Vida%20%28Colombia%29.pdf.
51 Información adicional sobre el nuevo marco tarifario se encuentra disponible en: https://www.cra.gov.co/participa/nuevo_marco_tarifario_de_acueducto_alcantarillado_grandes_prestadores

CÓDIGO	HITO	SERVICIO	CONTRIBUCIÓN A GEI / CAMBIO CLIMÁTICO
IRD11	Implementación de FNCER en alcantarillado	Alcantarillado	Incorporación de energías renovables en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para la reducción de emisiones.
IRD5	Gestión eficiente de energía – GEE en acueducto	Acueducto	Reduce consumo energético y se disminuyen emisiones de CO_2 asociadas a generación eléctrica. Se implementa mediante un Plan de Gestión Eficiente de Energía (PGEE).
IRD6	Implementación de FNCER en acueducto	Acueducto	Uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (solar, eólica, biomasa, pequeña hidroeléctrica) para reemplazar combustibles fósiles para la reducción directa de GEI.

b. De igual forma, se expidió el Decreto 0774 de 2025, que reglamenta el uso de biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (PTAR) bajo un enfoque de economía circular, alineado con el ordenamiento territorial alrededor del agua y las metas de cobertura de tratamiento doméstico (pasando de un 55,07 % al 80 % para 2050). La norma clasifica los subproductos del tratamiento de aguas residuales domiciliarias en categoría A (uso agrícola) y categoría B (forestal, recuperación de suelos, construcción y valorización energética).

Su aporte en el componente de mitigación se evidencia en la oportunidad de reducir las emisiones de GEI mediante el aprovechamiento del biogás, la incorporación de los biosólidos para la sustitución de abonos y acondicionadores de suelos y la reducción de su disposición final en rellenos sanitarios. Finalmente, el decreto impone obligaciones estrictas de caracterización y reporte al sistema único de información (SUI) para los productores, lo que permitirá mejorar la información disponible y la trazabilidad en términos de reporte y verificación[52].

En lo que respecta a la cuantificación de GEI, al igual que la medida de gestión integral de residuos sólidos, se identificaron limitaciones en la información sectorial disponible. Datos críticos como la demanda biológica de oxígeno (DBO) en los sistemas de tratamiento de aguas residuales no se registran de forma oportuna en el SUI por parte de las empresas que operan las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Estos rezagos de información instaron al sector a la formulación de un plan de mejora enfocado en priorizar la asistencia técnica y la creación de instrumentos de fortalecimiento dirigidos a los prestadores del servicio público de alcantarillado, de tal forma que les permitan mejorar continuamente el reporte, control y trazabilidad de los datos que alimentarán futuros reportes.

52 Más información sobre esta norma se puede encontrar en el siguiente vínculo: https://minvivienda.gov.co/normativa/decreto-0774-2025

3.4.3.7. Medidas transversales

En el marco de la implementación de la NDC, Colombia ha avanzado en el fortalecimiento de instrumentos transversales de política pública orientados a habilitar, financiar y acelerar la acción climática en distintos sectores y territorios. Entre estos instrumentos se encuentra el Impuesto Nacional al Carbono, que combina una señal económica sobre el uso de combustibles fósiles, la destinación específica de recursos para la gestión ambiental y climática, y mecanismos asociados a la mitigación de emisiones. Su relevancia radica en que contribuye a crear condiciones institucionales, fiscales y regulatorias para apoyar el cumplimiento de las metas climáticas del país, bajo criterios de integridad ambiental, trazabilidad, salvaguardas sociales y ambientales, y conducción pública de la acción climática.

3.4.3.7.1. Impuesto al carbono

Desde su implementación en 2017, Colombia ha fortalecido progresivamente el impuesto nacional al carbono y su mecanismo de no causación, como instrumentos económicos de la política climática nacional. Estos instrumentos buscan emitir una señal de precio que desincentive el consumo de combustibles fósiles, promover cambios en las decisiones de inversión y consumo de los agentes económicos, y habilitar recursos públicos y privados para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Por su naturaleza correctiva, su efectividad no debe evaluarse únicamente por el volumen de recaudo generado, sino por su capacidad para orientar transformaciones estructurales, fortalecer la acción climática del Estado y contribuir al cumplimiento de los compromisos nacionales de mitigación.

Durante el periodo de reporte, el país avanzó en el fortalecimiento regulatorio y operativo del instrumento, principalmente, mediante la reforma tributaria adoptada por la Ley 2277 de 2022. A través de sus artículos 47 a 49, esta ley limitó el mecanismo de no causación al cincuenta por ciento de la obligación tributaria, con el propósito de robustecer la señal económica del impuesto, e incorporó el carbón dentro de la base gravable bajo un esquema gradual que inició en 2025 y alcanzará la tarifa plena a partir de 2028. La tarifa continúa actualizándose anualmente según el índice de precios al consumidor del año anterior más un punto porcentual y, para 2026, se situó en COP $29.070,49 por tonelada de CO_2 equivalente, conforme a la Resolución 000003 del 30 de enero de 2026 de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), cuyo artículo 2 desagrega el precio aplicable por unidad de combustible cubierto.

El recaudo del impuesto cuenta con una destinación específica establecida en el artículo 223 de la Ley 1819 de 2016. De acuerdo con esta disposición, el 80 % del recaudo se destina al sector ambiente, bajo administración del Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible, a través del Fondo Nacional Ambiental (FONAM) y, desde 2024, del Fondo para la Vida y la Biodiversidad. El 20 % restante financia el Programa Nacional Integral de Sustitución de Cultivos de Uso Ilícito (PNIS), con prioridad en los municipios PDET, bajo administración del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, a través del Fondo Colombia en Paz, conforme al artículo 1 del Decreto Ley 691 de 2017.

El mecanismo de no causación del Impuesto Nacional al Carbono implica, a su vez, un costo de oportunidad fiscal relevante para la política pública. En la medida en que permite compensar hasta el cincuenta por ciento (50 %) de la obligación tributaria mediante la adquisición de certificados de carbono, el Estado deja de percibir una proporción del recaudo potencial del impuesto; recursos que, de otra forma, tendrían la destinación específica mencionada. En consecuencia, en la evaluación del mecanismo se debe considerar no solo su contribución a la movilización de recursos privados hacia iniciativas de mitigación, sino también el costo de oportunidad fiscal asociado y la necesidad de asegurar que las reducciones o remociones utilizadas en la compensación, para la no causación, cumplan criterios robustos de integridad ambiental, trazabilidad, adicionalidad, salvaguardas sociales y ambientales, y distribución justa y equitativa de beneficios.

Con cargo al recaudo del impuesto, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia, Potencia Mundial de la Vida”, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha financiado proyectos de inversión ambiental a través de las entidades del Sistema Nacional Ambiental. Estos proyectos se encuentran sujetos al cumplimiento de la Metodología General Ajustada, al registro en la Plataforma Integrada de Inversión Pública del Departamento Nacional de Planeación y, desde la vigencia 2024, a los requisitos establecidos en el Decreto 1648 de 2023 y en el Reglamento Operativo del Fondo para la Vida y la Biodiversidad.

Los recursos han contribuido a la rehabilitación ecológica y conservación de la biodiversidad en miles de hectáreas forestales, al fortalecimiento de la gestión integral del agua mediante recuperación de cuencas y siembra de árboles nativos, al apoyo de iniciativas productivas sostenibles y a la prevención de incendios forestales en zonas rurales priorizadas, incluyendo capacitación comunitaria y campañas de información en cambio climático. Entre las inversiones financiadas a través del Fondo para la Vida y la Biodiversidad, se destaca el programa “Conservar Paga”53, orientado a generar incentivos económicos para la conservación del bosque en el bioma amazónico. Este

53 “Conservar Paga: incentivos económicos para la conservación del bosque en el bioma amazónico” es uno de los proyectos del Programa Estratégico de Líneas de Inversión de la Amazonía del Fondo para la Vida y la Biodiversidad, por medio del cual se realizan pagos por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación, de acuerdo con la normatividad establecida en los artículos 108 y 111 de la Ley 99 de 1993, el Decreto Ley 870 de 2017 y el Decreto 1076 de 2015, modificado por el Decreto 1007 de 2018 y adicionado por el Decreto 1998 de 2023.

programa ha realizado 18 ciclos operativos mensuales de dispersión, con entregas por COP 86.828 millones. A través de esta estrategia, se ha avanzado en la contención de la deforestación en el bioma amazónico con más de 7.500 familias vinculadas, de las cuales, 6.883 cumplen acuerdos individuales o colectivos de conservación como "gestores de cambio", contribuyendo a la conservación de 298.304 hectáreas de bosque.

El diseño del impuesto y su articulación con el mecanismo de no causación han incidido en el crecimiento del mercado de carbono en Colombia. Este crecimiento debe entenderse como resultado de una decisión de política pública que creó una demanda regulada de certificados de carbono nacionales para efectos tributarios, hacia proyectos de reducción y remoción de emisiones, ampliando el alcance del instrumento más allá del ámbito fiscal. En este sentido, los mercados de carbono y los instrumentos de precio al carbono deben ser comprendidos como medios subordinados al logro de objetivos climáticos, ambientales y sociales para los que fueron diseñados, y no un fin económico en sí mismo.

Las evaluaciones técnicas realizadas a la fecha permiten valorar los alcances y limitaciones del instrumento. La evaluación realizada en 2020, con apoyo del Banco Mundial bajo el programa "Partnership for Market Readiness" (PMR), para el periodo 2017-2019, encontró que la demanda de la mayoría de los combustibles cubiertos era inelástica y que la tarifa representaba como máximo el 2,5 % del precio final, salvo en el gas natural, donde alcanzaba cerca del 9 %. Bajo estas condiciones, se estimó una reducción anual de entre 0,31 y 0,35 $MtCO_2eq$, concentrada principalmente en gasolinas de motor. Por su parte, el mecanismo de no causación apoyó la cancelación de 34 $MtCO_2eq$ durante sus tres primeros años, con impactos históricos estimados en torno a 11,5 $MtCO_2eq$ anuales. Con corte a septiembre de 2025, las cancelaciones acumuladas de certificados de carbono alcanzaron 135,78 $MtCO_2eq$ compensadas desde 2017.

El análisis financiero del Mercado Voluntario de Carbono (MVC) de Colombia, realizado por GGGI, DNP y NTT (en 2026)[54], aporta información útil para comprender la interacción entre el impuesto nacional al carbono, el mecanismo de no causación y la dinámica de los certificados de carbono en el país. Esta información es interpretada desde la perspectiva de la política pública climática nacional: el crecimiento del mercado de carbono en Colombia se explica en buena medida por la existencia de instrumentos regulatorios y fiscales, particularmente, el mecanismo de no causación, que generaron condiciones para la demanda de certificados. En consecuencia, la inclusión de estos

54 Este estudio fue desarrollado para el Gobierno Nacional de Colombia, particularmente para el Departamento Nacional de Planeación (DNP). El periodo analizado fue de 2021 a 2025. El estudio trabajó con una metodología mixta y secuencial, articulando bases de datos y series históricas con información cualitativa proveniente de entrevistas semiestructuradas para la identificación de actores y proyectos, la depuración y análisis de información, y finalmente a la validación cruzada con el fin de poder caracterizar MVC en Colombia en su cadena de valor y flujos financieros.

resultados en este reporte pretende evidenciar los efectos de los instrumentos públicos de implementación, y no a presentar la comercialización de certificados como el eje central de la acción climática nacional.

De acuerdo con dicho estudio, el volumen de emisiones de CO_2eq asociadas al impuesto nacional al carbono en Colombia presenta una tendencia de estabilidad en las emisiones totales, junto con una variación significativa en la proporción de emisiones gravadas y exentas mediante el mecanismo de no causación. Entre 2021 y 2024, las emisiones totales sujetas al impuesto se mantuvieron relativamente constantes, oscilando entre 42,4 y 43,8 $MtCO_2$eq. En promedio, las emisiones gravadas representaron el 56 % del total, lo que evidencia una participación fiscal significativa y creciente para la política ambiental del país. Por su parte, las emisiones exentas por no causación (compensadas mediante certificados de carbono) representaron el 44 % restante. Este comportamiento permite observar tanto la relevancia fiscal del impuesto como la magnitud del uso del mecanismo de no causación, lo que refuerza la necesidad de evaluar sus efectos ambientales, fiscales y distributivos de manera integrada.

El mismo estudio caracterizó el MVC en Colombia y evidenció un crecimiento significativo, impulsado por el mecanismo de no causación del impuesto nacional al carbono. A 2024, el país contaba con 223 proyectos activos que habían emitido 131,45 $MtCO_2$eq en certificados de reducción de emisiones y retirado 78,18 $MtCO_2$eq. Entre 2021 y 2024, el 73 % de los certificados retirados correspondió al mercado nacional, con concentración en pocos compradores del sector combustibles sujetos al impuesto nacional al carbono. Estos resultados confirman que una parte sustantiva de la demanda nacional de certificados está asociada al cumplimiento tributario, bajo el mecanismo de no causación del impuesto.

Por tipo de proyecto, los retiros de certificados de carbono se concentran en proyectos REDD+, iniciativas de energía y transición, y soluciones basadas en la naturaleza (AFOLU) (ver Tabla 3-34). Esta composición exige especial atención por parte de la política pública, en particular, cuando las iniciativas se desarrollan en territorios colectivos, resguardos indígenas o áreas con comunidades locales vinculadas a la gobernanza territorial. La expansión de iniciativas de mitigación en estos contextos, como proyectos REDD+ y AFOLU (pero sin limitarse a estos), debe analizarse desde su consistencia con las salvaguardas sociales y ambientales, la protección de derechos, la participación efectiva, la distribución justa y equitativa de beneficios y la integridad ambiental; lo anterior, además de la perspectiva de la movilización financiera o del volumen de certificados.

Tabla 3-34. Total de créditos emitidos y retirados por tipo de proyecto ($MtCO_2e$) para el periodo 2021-2024.

Tipo de proyecto	Total proyectos	Créditos emitidos ($MtCO_2e$)	Créditos retirados ($MtCO_2e$)
Energía y transición	85 (38,1%)	17,60 (13,4%)	20,67 (26,4,0%)
REDD+	59 (32,3%)	93,03 (70,8%)	42,56 (54,40%)
Soluciones basadas en la naturaleza (AFOLU)	72 (26,5%)	19,31 (14,7%)	14,29 (18,3%)
Gestión de residuos y gases NO, CO_2	5 (2,2%)	1,41 (1,1%)	0,66 (0,8%)
Eficiencia y tecnologías emergentes	2 (0,9%)	0,1 (0,1%)	-
Total	223	131,45	93,26

Nota. Estudio GGGI, DNP y NTT (2026).

En relación con los precios de los certificados y el impuesto nacional al carbono, el estudio de GGGI, DNP y NTT estimó que el mercado movilizó aproximadamente US$640 millones, de manera acumulada entre 2022 y 2024. Tabla 3-35 describe la evolución del impuesto nacional al carbono, el precio de venta local e internacional tCO2e y los certificados retirados por tipo de mercado, identificando la reducción de la compensación al 50 %.

Tabla 3-35. Tendencias del impuesto al carbono, precios de venta en tCO2e y tipos de mercado.

	2021	2022	2023	2024
Impuesto al carbono	$4,31	$4,59	$4,59	$5,12
Precio de venta local en US$/tCO2e	$3,96	$4,27	$3,42	$3,01
Precio de venta internacional en US$/ tCO2e	$6,23	$10,42	$8,14	$6,02
Volumen total de créditos ($MtCO_2eq$)	242,3	113,3	103	76
Créditos retirados mercado nacional (Miles tCO2e)	10.743	18.399	10.684	11.326
Créditos retirados mercado internacional (Miles tCO2e)	5.960	8.916	1.881	2.001
Total créditos retirados (Miles tCO2e)	16.702	27.315	12.565	13.327

Nota. Estudio GGGI, DNP y NTT (2026).

Respecto de la cadena de valor del MVC, el referido estudio realizó una caracterización orientada a fortalecer la transparencia del mercado, identificando los grupos de interés que participan en sus distintas etapas y roles, y los flujos financieros asociados. El análisis concluyó que la cadena está compuesta por actores interdependientes, que intervienen en fases críticas como diseño, validación, implementación, verificación, certificación, registro y comercialización de certificados.

Con corte al primer semestre del 2025, los inversionistas aportan capital inicial para cubrir costos de diseño, implementación (que representa del 60 % al 90 % del costo total del proyecto) y validación. Los desarrolladores pagan a los

Organismos de Validación y Verificación (OVV) por auditorías, a los estándares por certificación y a los sistemas de registro por el uso de plataformas. Una vez emitidos, los certificados son comercializados a compradores, generando ingresos para desarrolladores y recursos que, según el tipo de proyecto y sus arreglos de gobernanza, pueden beneficiar a comunidades locales. El Gobierno interviene mediante impuestos, regulaciones y funciones de orientación, seguimiento y control; mientras que el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), como parte del subsistema nacional de calidad, recibe pagos por acreditación. El estudio de GGGI, DNP y NTT (2026) estimó que, entre el 65 y el 80 % de la venta de certificados de carbono corresponden a beneficios para las comunidades locales, a través de la ejecución de actividades asociadas al proyecto (por ejemplo, en REDD+ se incluyen actividades de conservación por parte de la comunidad). La Figura 3-37 describe la cadena de valor con el flujo de recursos.

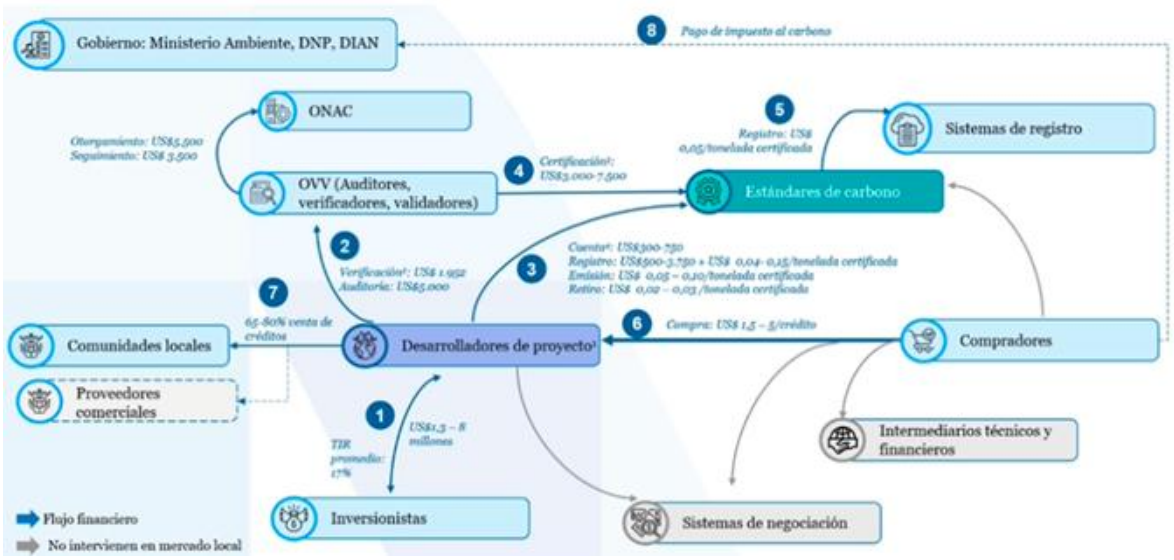


Figura 3-37. Flujo del MVC en Colombia 2025.

Nota. Estudio GGGI, DNP y NTT (2026).

Esta caracterización permite identificar oportunidades y riesgos. Por una parte, muestra que los instrumentos de política pública han contribuido a movilizar recursos hacia iniciativas de mitigación. Por otra, evidencia la necesidad de fortalecer la gobernanza pública sobre los flujos financieros, la trazabilidad de las transacciones, la transparencia en la distribución de beneficios y los mecanismos de rendición de cuentas. En particular, cuando los proyectos se desarrollan en territorios colectivos o resguardos indígenas, la política pública debe asegurar que los instrumentos de mercado no generen afectaciones sobre el gobierno propio, la autonomía territorial, los derechos colectivos ni los sistemas propios de decisión.

Entre los retos de transparencia identificados en el MVC, destaca la necesidad de garantizar información disponible, trazable y verificable en cada etapa de los proyectos, incluyendo información financiera y transaccional, que cumpla con los requerimientos legales de protección de datos. Asimismo, se resalta la importancia de mejorar la información sobre la distribución de beneficios económicos, fortalecer la interoperabilidad entre sistemas y registros nacionales e internacionales, reducir la vulnerabilidad de las operaciones registradas, mejorar la trazabilidad y disponer de mecanismos efectivos de divulgación, comunicación, quejas y reclamos para los distintos grupos de interés de la cadena de valor del MVC.

En consecuencia, el estudio señaló la necesidad de diseñar e implementar un sistema robusto que incorpore mecanismos de gobernanza financiera efectiva sobre los flujos de recursos movilizados. La legitimidad de los mercados de carbono en Colombia dependerá de su alineación con los objetivos de política climática, ambiental y social del país. En esa medida, la prioridad de la política pública es la de fortalecer la integridad ambiental, la protección de derechos, la vigilancia y control estatal, la distribución justa y equitativa de beneficios, la participación efectiva y la trazabilidad. La cooperación internacional y el financiamiento climático y el uso de instrumentos de mercado deben estar soportados en arreglos de gobernanza verificables, transparentes y confiables, que permitan demostrar contribuciones reales a la mitigación y beneficios efectivos para los territorios.

Los diagnósticos del PMR (2020) y de la Comisión de Estudios de Mercados de Carbono (CEMCO2) de 2023 coinciden en la necesidad de robustecer la integridad ambiental y contable del mecanismo, evitar la doble contabilidad y garantizar la adicionalidad de las reducciones. Asimismo, la evaluación de desempeño ambiental realizada por la OCDE[55], resalta la necesidad de incrementar progresivamente la tarifa, eliminar gradualmente los subsidios energéticos, ajustar el alcance del mecanismo de no causación mediante criterios de elegibilidad más estrictos, fortalecer los sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV) y trazabilidad, así como diversificar las fuentes de financiamiento en el marco de una reforma más amplia del sistema fiscal ambiental. A su vez, recomendó garantizar la transparencia en la notificación, reporte y verificación (MRV) de las emisiones y una estrecha coordinación entre el impuesto al carbono, el Sistema de Comercio de Emisiones (ETS) previsto (el

55 El informe de la OCDE sobre el desempeño ambiental de Colombia reconoce el impuesto al carbono como un instrumento innovador y relevante en el contexto regional, pero advierte que su efectividad está limitada por debilidades en la señal de precio, el diseño de los incentivos y la articulación con otros instrumentos de financiamiento climático. La OCDE considera que la tarifa es insuficiente y se ubica muy por debajo de los rangos recomendados internacionalmente, y observa que su bajo nivel, sumado a exenciones y subsidios, ha derivado en tasas efectivas de carbono negativas en algunos sectores. Dicho informe señala también que la posibilidad de compensar hasta el cincuenta por ciento de la obligación reduce los incentivos a disminuir el consumo en los sectores gravados, y recomienda diversificar las fuentes de financiamiento climático para no depender estructuralmente de ingresos que deberían disminuir en una transición energética exitosa.

PNCTE) y el uso de compensaciones de carbono. Estas acciones buscan alinear el instrumento con las metas a 2030.

Dado que los certificados de carbono utilizados para la no causación del impuesto provienen de los mercados de carbono, como se ha mencionado, la integridad ambiental de dichos mercados es determinante para la credibilidad de los resultados de mitigación asociados al mecanismo. Por ello, el fortalecimiento de su reglamentación constituye un componente esencial de la consolidación del impuesto nacional al carbono. Mediante la Sentencia T-248 de 2024 (relacionada con el caso Pirá Paraná), la Corte Constitucional reconoció el aporte que pueden generar los mercados voluntarios de carbono a la mitigación, pero también ordenó al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible avanzar en su reglamentación para proteger los derechos de las comunidades étnicas y locales mediante salvaguardas sociales y ambientales, así como para asegurar la debida diligencia de las empresas vinculadas a proyectos REDD+. Este mandato se enmarca en los compromisos internacionales del país, en particular la Ley 1844 de 2017, aprobatoria del Acuerdo de París, y el artículo 22 de la Ley 2169 de 2021.

La necesidad de reforzar la integridad y la gobernanza se sustenta en evidencia convergente sobre dificultades de ejecución y riesgos para los derechos humanos en los territorios donde operan proyectos REDD+. Estas problemáticas han sido documentadas por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), la Defensoría del Pueblo en su informe de 2024 y en la Alerta Temprana 007 de 2024, organismos internacionales de derechos humanos, incluidos los Relatores Especiales sobre vivienda adecuada y sobre derechos de los pueblos indígenas tras su visita al país en 2024; y organizaciones como WWF, en el marco del proyecto Acuerdos REDD+ Justos y Equitativos (ARJE). El propio Ministerio ha identificado esta problemática a partir de las quejas recibidas: la consolidación de las solicitudes relacionadas con salvaguardas registró 103 quejas referidas a 27 proyectos REDD+ y 25 empresas, equivalentes al 27 % de los 98 proyectos existentes, principalmente por presuntas vulneraciones en la distribución justa y equitativa de beneficios, afectaciones al gobierno propio, falta de participación y conflictos por traslapes, siendo Guainía el territorio más crítico.

En respuesta, el Ministerio conformó, en 2022, el Grupo de Trabajo para el Abordaje de Salvaguardas Sociales y Ambientales en las iniciativas de mitigación de GEI, en el seno de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático. Este grupo busca brindar lineamientos al Sistema Nacional de Salvaguardas y articular la respuesta interinstitucional frente a denuncias relacionadas con proyectos REDD+. La reglamentación en curso recoge recomendaciones de la CEMCO2 en materia de institucionalidad y gobernanza, con el propósito de precisar funciones y roles, orientar que los derechos sobre los beneficios de la comercialización de certificados de carbono recaigan en las comunidades, y fortalecer el rol del Estado en el monitoreo, vigilancia y control de la integridad ambiental como sello de calidad del país. Este proceso ha estado acompañado de diecisiete mesas

multiactor entre 2022 y 2025 y de catorce talleres en el marco de la estrategia EDUCARbono.

Sobre esta base, y en cumplimiento del artículo 230 del Plan Nacional de Desarrollo y de los compromisos IT4-112 e IT4-113, durante 2024 y 2025 se avanzó en la formulación del decreto de salvaguardas y REDD+, orientado a abordar la titularidad de las iniciativas de mitigación, los requisitos de salvaguardas y las responsabilidades de los actores. Este proceso se ha desarrollado con enfoque de derechos, incorporando instancias de consulta previa con pueblos indígenas y mecanismos de participación pública abierta, lo que ha permitido recoger insumos técnicos y sociales para el fortalecimiento del instrumento. La reglamentación proyectada busca superar un esquema declarativo y avanzar hacia un sistema operativo articulado con los instrumentos de información climática, garantizando coherencia institucional, transparencia y protección de derechos, en línea con el Plan Nacional de Desarrollo y con estándares internacionales en materia de cambio climático.

En conjunto, el impuesto nacional al carbono ha actuado como habilitador de políticas públicas y acciones territoriales, que contribuyen a los objetivos climáticos del país. Su implementación ha fortalecido la capacidad del Estado para impulsar acciones de mitigación y adaptación, especialmente en regiones de alta vulnerabilidad climática, aunque persisten limitaciones para establecer una trazabilidad específica entre el recaudo y cada intervención financiada. Su contribución a la NDC se expresa, al menos, a través de tres vías: (i) la señal de precio al carbono, que desincentiva el consumo de combustibles fósiles desde un nivel alto de la cadena y se encuentra asociada con un potencial de mitigación estimado en 0,7 $MtCO_2eq$ al 2030; (ii) la movilización condicionada de recursos privados hacia proyectos de reducción y remoción de emisiones, mediante el mecanismo de no causación y bajo criterios de integridad ambiental y salvaguardas; y (iii) la destinación específica del recaudo hacia la gestión ambiental y climática.

El instrumento genera, además, cobeneficios relevantes. La reducción en el uso de combustibles fósiles contribuye a mejorar la calidad del aire y disminuir la incidencia de enfermedades respiratorias, con beneficios para la salud pública. También incentiva la innovación en tecnologías bajas en carbono y en eficiencia energética; y, mediante el financiamiento de proyectos en los territorios, aporta al desarrollo rural, la conservación de ecosistemas y la dinamización de economías locales.

La única estimación disponible de impactos en mitigación corresponde a la evaluación del PMR (2020), referida al periodo 2017-2019. Para el periodo 2020-2024 no se cuenta con una cuantificación actualizada debido a limitaciones metodológicas y disponibilidad de información. La reducción atribuible al impuesto depende de los cambios de comportamiento inducidos por los precios

y de las elasticidades de demanda, lo que dificulta aislar su efecto respecto de otros factores económicos. A su vez, el mecanismo de no causación canaliza reducciones utilizadas para compensación, por lo que estimar su aporte exige diferenciar la mitigación adicional de aquella empleada para compensar obligaciones tributarias. A esto se suma la dificultad de articular información entre el sistema tributario de la DIAN, el sistema nacional de MRV de mitigación y los registros de carbono. Los cambios normativos recientes aún no cuentan con tiempo suficiente de implementación para medir impactos observables, y el instrumento contribuye de manera indirecta a múltiples medidas sectoriales de la NDC, lo que limita una atribución unívoca de resultados.

El cierre de estas brechas requiere avanzar en la interoperabilidad entre el sistema fiscal de la DIAN, el sistema de MRV de mitigación del Minambiente y los sistemas de registro de carbono; consolidar series históricas que permitan análisis econométricos robustos; fortalecer capacidades de modelación económica; adoptar una metodología estandarizada para atribuir reducciones a instrumentos fiscales; integrar estos impactos en la contabilidad nacional de mitigación; y actualizar periódicamente las estimaciones de elasticidades de demanda. Estos avances permitirán mejorar la evaluación de efectividad del impuesto nacional al carbono como medida de política climática y como medio de implementación de la NDC.

Sobre lo anterior, cabe señalar que el incumplimiento de la normativa vigente, por parte de los actores que participan en el desarrollo de iniciativas de mitigación del cambio climático, orientadas al mecanismo de no causación del Impuesto Nacional al Carbono, no solo repercute en la posible vulneración de las salvaguardas sociales y ambientales, sino que, además, desde la perspectiva de los proyectos, se genera una tendencia a la disminución de los costos de formulación e implementación, junto con la sobreoferta de certificados de resultados de mitigación en el mercado nacional, lo cual, a su vez, genera una presión a la baja sobre el precio de dichos certificados en el mercado.

Al poder adquirir los certificados a un precio cada vez más bajo, el mecanismo de no causación del Impuesto Nacional al Carbono adquiere mayor interés para los sujetos pasivos, debido a que la diferencia entre el costo de pagar el impuesto y el costo de adquirir los certificados en el mercado se va incrementando año tras año, más aún, teniendo en cuenta que la tarifa del Impuesto se incrementa anualmente en la variación del Índice de Precios al Consumidor más un punto porcentual, lo que genera un crecimiento gradual pero exponencial del valor de la obligación en el largo plazo.

En este contexto, el no disponer de mecanismos de seguimiento, vigilancia y control del mercado de carbono no solo repercute en la vulneración de salvaguardas sociales y ambientales, sino que, también, genera un impacto fiscal

negativo y cuantificable, que tiende a erosionar el recaudo del Impuesto Nacional al Carbono, con destinación específica al Fondo para la Vida y la Biodiversidad.

Por lo anterior, Colombia acoge las recomendaciones de la OCDE mencionadas anteriormente, no solo en la medida en que se debe incrementar la tarifa del Impuesto Nacional al Carbono y continuar limitando la posibilidad de compensación creada a través del mecanismo de no causación, sino que, además, la exigencia de criterios de calidad más estrictos y compatibles con los estándares internacionales debe ir acompañada de un fortalecimiento de la capacidad del Estado para el seguimiento, vigilancia y control de las iniciativas de mitigación, del mercado de carbono y de los instrumentos de precio al carbono.

3.4.3.8. PAM específicas para el cumplimiento de la meta de carbono negro de la NDC

Dado que la reducción de las emisiones de carbono negro (CN) ofrece múltiples beneficios, tanto para la mitigación del cambio climático, como para el mejoramiento de la calidad del aire, Colombia estableció, en su actualización de la NDC del año 2020, una meta de reducción de CN al año 2030. Como se detalló en la sección 3.2, esta meta consiste en mitigar el 40 % de las emisiones de CN respecto al nivel base de emisiones del año 2014. Según la NDC 2.0, equivale a reducir 6.130 toneladas de CN en 2030.

Con el propósito de lograr este objetivo, el país estableció tres medidas enfocadas en la reducción de CN, las cuales se definieron con base en la contribución histórica de cada sector a las emisiones nacionales y complementan las medidas ya establecidas para la reducción de GEI y que tienen cobeneficios en la mitigación de CN. De esta manera, teniendo en cuenta que, para la serie 1990-2024, el 94,9 % de las emisiones nacionales de CN fueron generadas por el módulo energía, mientras que el 4,8 % fueron generadas por el módulo Agropecuario (ver documento Informe Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de Efecto Invernadero, Contaminantes Criterio y Carbono Negro (1990 – 2024)), las medidas propuestas se orientaron hacia las actividades con mayor impacto en las emisiones del país.

Si bien, muchas de las PAM descritas en las secciones anteriores tienen cobeneficios en reducción de carbono negro, el portafolio de mitigación de la NDC vigente incluye tres PAM específicas para el logro de la meta de reducción de este contaminante. Estas acciones son:

1. Implementación de límites máximos permisibles de emisión equivalentes al estándar Euro IV (a partir de 2015) y Euro VI (a partir de 2023) para las fuentes móviles terrestres equipadas con motor de encendido por compresión.

2. Introducción de fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera (incluida la maquinaria) con límites máximos permisibles de emisión correspondientes al estándar Tier 4 Interim (Stage IIIB).
3. Reducción de quemas agrícolas.

Estas medidas cubren las siguientes fuentes de emisión del inventario nacional de carbono negro: 1A3b. Transporte terrestre, 1A2gvii. Combustión en industrias manufactureras y de la construcción: Otras fuentes móviles y 3F. Quema de residuos agrícolas en cultivos.

Las tres medidas para la reducción de emisiones de carbono negro del portafolio de la NDC 2020 se encuentran vigentes y en implementación.

De otro lado, resulta importante mencionar que, para alcanzar la meta de reducción de CN, se deben considerar los cobeneficios de reducción asociados a las medidas de mitigación de emisiones de GEI. Entre las medidas de mitigación de emisiones de GEI que más aportan a la reducción de emisiones de CN, establecidas en el portafolio de la NDC 2020, se encuentran:

a. Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes.
b. Movilidad eléctrica.
c. Programa de modernización de transporte automotor de carga.
d. Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras.
e. Estrategia integral del subsector panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva. (NAMA - Panela).

A continuación, se describe cada una de las PAM específicas para el cumplimiento de la meta de CN de la NDC. Así mismo, al final se incluye un resumen del avance en gestión de mitigación realizado en ellas.

3.4.3.8.1. Implementación de estándares de emisiones Euro IV y Euro VI para nuevos vehículos diésel en el sector transporte

Partiendo de las acciones orientadas al mejoramiento de la calidad del aire, a modo de contexto, el Gobierno Nacional expidió en 2018 el CONPES 3943 denominado “política para el mejoramiento de la calidad del aire”, cuyo objetivo principal es reducir las concentraciones de contaminantes atmosféricos que afectan la salud de la población y el medio ambiente. Entre sus objetivos específicos, se encuentra la reducción de las emisiones provenientes de fuentes móviles, con el fin de mitigar sus impactos sobre la salud humana y los ecosistemas, y avanzar hacia una mejor calidad del aire en el territorio nacional.

Asimismo, con el propósito de fortalecer la articulación entre la gestión de la calidad del aire y la acción climática, así como de contribuir a la reducción de las emisiones de carbono negro, el sector ambiente, en coordinación con el sector transporte, ha promovido la adopción progresiva de estándares de emisión más estrictos para las fuentes móviles terrestres de carretera equipadas con motores de ciclo diésel que circulan en el país, entre otras medidas orientadas a la reducción de emisiones contaminantes.

Bajo este escenario, y con el fin de contribuir al cumplimiento de la meta nacional de Carbono Negro, se adoptó la medida de mitigación orientada a la implementación de límites máximos permisibles de emisión equivalentes al estándar Euro IV y Euro VI para las fuentes móviles terrestres de carretera equipadas con motor ciclo diésel. La medida comprende, principalmente, las fuentes móviles terrestres equipadas con motor de encendido por compresión (diésel) que se fabriquen, ensamblen o importen al país, con rango de operación nacional. Estas fuentes móviles deberán cumplir con los estándares de emisión equivalentes a Euro IV, a partir de 2015, y Euro VI, desde 2023.

Cuenta con un potencial de mitigación correspondiente a 934 kt de CN al año 2030, con respecto al escenario de referencia de la NDC 3.0, considerando la entrada en vigor de la medida a partir del año 2023, según lo establecido en la Resolución 762 de 2022. Para alcanzar el logro de la medida, el país ha desarrollado diversas acciones normativas que han reglamentado su aplicación progresiva en el territorio nacional. En este contexto, la Ley 1205 de 2008 estableció el mejoramiento gradual de la calidad del diésel hasta alcanzar estándares internacionales de contenido de azufre inferiores a 50 partes por millón (ppm). A su vez, esta ley declara de interés público, colectivo y social, así como de conveniencia nacional, la producción, importación, almacenamiento, adición y distribución de este combustible con el fin de garantizar el derecho constitucional a un ambiente sano.

Posteriormente, la Resolución 2604 de 2009 definió los combustibles limpios de acuerdo con la composición de sus componentes, y estableció límites máximos permisibles de emisión en prueba dinámica, equivalentes al estándar Euro IV/4 para los vehículos vinculados al servicio público de transporte terrestre de pasajeros, inicialmente en Bogotá y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, y de manera obligatoria para todo el país a partir del 31 de diciembre de 2012. Más adelante, la Resolución 1111 de 2013 fijó los niveles máximos permisibles de emisión para las fuentes móviles con motor ciclo diésel ensambladas o importadas para circulación nacional. Esta amplió la aplicación de estándares equivalentes a la tecnología Euro IV/4 a la totalidad de la flota diésel, haciéndola aplicable desde el 1 de enero de 2015.

Paso seguido, la Ley 1972 de 2019 estableció medidas para la reducción de emisiones provenientes de fuentes móviles, incluyendo la obligación de que los

vehículos con motor ciclo diésel cumplieran, a partir del 1 de enero de 2023, con los límites máximos permisibles de emisión correspondientes a las tecnologías Euro VI/6, equivalentes o superiores.

Para el año siguiente, se expidió la Resolución 40177, donde se actualizaron las disposiciones sobre combustibles limpios (señaladas anteriormente en la Resolución 2604 de 2009), acorde a la senda de mejoramiento de combustibles del país. Allí se incorporó el diésel, biodiésel y sus mezclas, con un contenido máximo de azufre de 15 ppm (desde el primero de enero de 2023 hasta el 30 de noviembre de 2025), como energético de bajas emisiones; y las mezclas de máximo 10 ppm de azufre a partir del primero de diciembre de 2025. Disposiciones que coadyuvan a la modernización de parque automotor y, en consecuencia, a la implementación de esta medida.

Finalmente, mediante la Resolución 762 de 2022, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible reglamentó los límites máximos permisibles de emisión para fuentes móviles de carretera con motor de encendido por compresión. De esta manera, se formalizó la transición e implementación del estándar Euro IV/4 al estándar Euro VI/6 en el país. Asimismo, la efectiva implementación de esta medida considera aliados estratégicos como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA y Ministerio de Transporte entre otros.

3.4.3.8.1.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Como parte de las gestiones adelantadas en términos de mitigación para esta medida se encuentra lo siguiente:

- Transición tecnológica y regulatoria: Se avanzó en la implementación de la Resolución 762 de 2022, garantizando que todas las fuentes móviles terrestres de carretera con motor diésel (ensambladas, fabricadas o importadas para circular en el territorio nacional) cumplan con los límites máximos permisibles de emisión exigidos por el estándar equivalente a Euro VI o superior.
- Precisión de las reducciones de la medida: En el año 2025 se incorporó la modelación de carbono negro en la plataforma LEAP. Esto permite proyectar el impacto directo de la transición tecnológica en fuentes móviles de carretera con motor de encendido por compresión (Euro IV/4 a Euro VI/6), tanto en los inventarios de GEI como en los contaminantes climáticos de vida corta.
- En el marco del seguimiento de la medida de implementación de límites máximos permisibles de emisión equivalentes al estándar Euro IV y Euro VI se encuentra actualmente en un proceso de consolidación de los datos de actividad requeridos para su seguimiento, así como en la construcción del mecanismo de verificación del cumplimiento de dichos límites. Este proceso ha presentado retrasos asociados a la falta de acceso oportuno a

la información por parte de algunos proveedores, lo cual limita, por el momento, la consolidación de una línea base completa y actualizada del parque automotor diésel en el país.

3.4.3.8.2. Fuentes móviles de uso fuera de ruta

Inicialmente, esta medida se denominaba “Maquinaria nueva con estándares de emisiones Tier 4i para rubros de construcción e industrial”, tal y como fue reportada en el BTR1. Sin embargo, para el presente informe se actualiza el nombre para unificar los términos de acuerdo con lo establecido en la Resolución 0762 de 2022 y la NDC 3.0. Este cambio busca garantizar la consistencia conceptual entre la denominación de la medida, la normativa nacional aplicable y los estándares internacionales de reporte.

La medida se enfoca en la reducción de emisiones de carbono negro (CN), provenientes de fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera FMFC, tales como maquinaria de construcción, minería. Su principal acción se fundamenta en la adopción progresiva de límites permisibles de emisión más estrictos para fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera (FMFC), así como en la modernización tecnológica de esta flota, con el fin de disminuir las emisiones que esta genera, en coherencia con la integración entre las políticas de calidad del aire y de cambio climático.

Esta medida contribuye al cumplimiento de la meta nacional de reducción de carbono negro y se inscribe dentro de las acciones del sector ambiente para mejorar la calidad del aire y reducir contaminantes atmosféricos con alto potencial de calentamiento global. Entre el conjunto de instrumentos normativos y regulatorios nacionales y sectoriales que orientan la implementación de esta medida, se encuentra principalmente la Resolución 0762 de 2022 que reglamenta los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera equivalentes al estándar Tier 4 Interim y Stage IIIB.

Para la medida de introducción obligatoria de fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera, que cumplan con límites máximos permisibles de emisión correspondientes al estándar Tier 4 Interim (Stage IIIB), de acuerdo con el modelo LEAP, se estima un potencial de mitigación de 0,508 kt CN al año 2030, con respecto al escenario de referencia de la NDC 3.0.

3.4.3.8.2.1. Gestión en mitigación de la medida durante el periodo 2024 - 2026

Si bien los límites permisibles de emisión para fuentes móviles terrestres de uso fuera de carretera (FMFC), equivalentes al estándar Tier 4 Interim (Stage IIIB),

fueron establecidos mediante la Resolución 762 de 2022, la entrada en vigor de esta medida se dio desde agosto de 2024. Desde dicha fecha, solo pueden ingresar al país FMFC que cumplan con dicho estándar, condición que es validada por la ANLA. No obstante, el país viene adelantando gestiones orientadas a la consolidación de información de este segmento, en articulación con las entidades competentes del sector, con el fin de contar con una línea base robusta que permita hacer seguimiento al avance de la medida y verificar su contribución efectiva a la meta de reducción de carbono negro establecida en la NDC 3.0.

3.4.3.8.3. Reducción de quemas agrícolas

En Colombia, las quemas abiertas fueron prohibidas por medio del Decreto 948 de 1995, compilado posteriormente en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 de 2015). Específicamente, para áreas rurales, el artículo 2.2.5.1.3.14. del citado decreto señala que, de esta prohibición, quedan exentas las quemas controladas que se realicen con fines de preparación del suelo en actividades agrícolas, descapote del terreno en actividades mineras, recolección de cosechas o disposición de rastrojos, y producto de actividades agrícolas realizadas para el control de los efectos de las heladas. Estas quemas son sujeto de control y vigilancia, con el propósito de disminuir estas prácticas, controlar la contaminación atmosférica, prevenir incendios, y proteger la salud, los ecosistemas y las zonas protectoras de cuerpos de agua e infraestructura.

Con el fin de reglamentar las quemas controladas, la Resolución 619 de 1997 definió las quemas abiertas controladas que requieren permiso de emisión atmosférica, teniendo como criterio la extensión de las áreas quemadas. Por su parte, la Resolución 532 de 2005 estableció los requisitos, términos, condiciones y obligaciones para las quemas abiertas controladas que se realicen en áreas rurales en actividades agrícolas y mineras.

Es así como, en cumplimiento de este marco normativo, las autoridades ambientales del país han expedido y renovado los permisos de emisiones atmosféricas a los que haya lugar para la práctica de quemas controladas en el país. Como parte de estos instrumentos, se establecen las especificaciones técnicas para la realización de la actividad, así como las obligaciones de monitoreo y reporte para el seguimiento.

Dos ejemplos de las acciones adelantadas a nivel territorial para el control y reducción de quemas agrícolas, específicamente para la cosecha de caña de azúcar, son los avances desarrollados en los departamentos del Valle del Cauca y Risaralda:

- Valle del Cauca: En el año 2020, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), autoridad ambiental competente en este departamento, a través de la Resolución 0100 No. 0100-0564 de 2020, modificó algunas obligaciones contenidas en el permiso colectivo de emisiones atmosféricas otorgado a la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (ASOCAÑA) y sus filiados, para la práctica de quemas abiertas controladas en áreas rurales para la recolección de cosecha de caña de azúcar en jurisdicción del departamento del Valle del Cauca. Esta modificación obedeció al análisis de las condiciones actuales del territorio, incorporando obligaciones más restrictivas para la realización de la práctica de quema controlada, entre las que se encuentran:

    - Reducir el área máxima anual autorizada para realizar cosecha de caña de azúcar por quema controlada, pasando de 135 mil a 55 mil ha.
    - Reducción de la franja horaria para la realización de quemas. El horario actual establecido se encuentra entre las 9 am y las 9 pm, estableciendo una disponibilidad diaria de 12 hora, franja que previamente correspondía a 16 horas.
    - Se incrementa el distanciamiento a centros poblados, ampliando a 1,5 km la prohibición de quemas alrededor del perímetro urbano de los municipios, incluyendo las áreas de expansión urbana.

  Es importante resaltar que estos avances se han logrado gracias al compromiso del sector productivo, el cual ha incluido mejores prácticas en el desarrollo de su actividad económica. Esto ha permitido una disminución en el número de hectáreas cosechadas por quema, y un incremento en la práctica de cosecha en verde.

- Risaralda: El Ingenio Risaralda es el único que cuenta con permiso de emisiones atmosféricas para la realización de quemas controladas agrícolas para la cosecha de caña de azúcar en el departamento de Risaralda. Al finalizar el año 2023, debido a las inversiones en maquinaria y tecnificación, el 67 % de la totalidad de caña de azúcar cosechada fue obtenida mediante recolección mecanizada (Ingenio Risaralda , 2024), o corte en verde, y se espera que para los próximos años esta cifra se incremente.

  A través del permiso de emisiones atmosféricas, la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), como autoridad ambiental competente en este departamento, realiza control y seguimiento a la práctica de quemas controladas. Dentro de este instrumento ambiental, la entidad define las condiciones y obligaciones a cumplir, incluyendo la definición de áreas prohibidas para la realización de quemas y la frecuencia del reporte de información de seguimiento.

> Bajo el actual permiso de emisiones atmosféricas para la realización de quemas controladas, otorgado al Ingenio Risaralda mediante la Resolución 0615 de 2022, la Corporación establece las obligaciones que este debe cumplir para la realización de dicha práctica. Entre estas obligaciones, se establece que el Ingenio deberá actualizar las áreas con presencia de cultivos de caña de azúcar, indicando la información de cosecha mecánica y, estableciendo una disminución del 3 % de áreas con el requerimiento de quemas abiertas controladas dentro de los Municipios de Pereira, La Virginia, Balboa, Belén de Umbría y Santuario.

Según el informe de sostenibilidad 2022 – 2023 de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (ASOCAÑA, 2024), gracias a la inversión de los ingenios azucareros para la ampliación de los frentes de cosecha mecanizada para la realización del corte en verde, ha sido posible reducir el área cosechada bajo quema controlada, y aumentar el área cosechada en verde. De esta manera, el porcentaje total de cosecha bajo quema controlada ha pasado de un 53 % en 2011 a un 16 % en 2023. Así mismo, la participación de la cosecha en verde se ha incrementado para el mismo periodo de tiempo, pasando de un 31 % en 2011, a un 76 % en 2023.

Resulta importante mencionar que, durante el primer trimestre del año 2024, el Minambiente expidió la Resolución 0358 de 2024, debido a la consolidación de condiciones para la declaración del Fenómeno El Niño y con el fin de evitar la propagación de incendios. Dicha resolución suspende temporalmente, en todo el territorio nacional, las quemas abiertas controladas en áreas rurales hasta que las condiciones climáticas especiales relacionadas con el Fenómeno El Niño cesen. Lo anterior, teniendo en cuenta que, de acuerdo con el artículo 2.2.5.1.7.1 del Decreto 1076 de 2015, los permisos de emisión no crean derechos adquiridos, de modo que su modificación o suspensión podrá ser ordenada por las autoridades ambientales competentes.

De igual forma, desde el año 2025, con el apoyo de cooperación internacional, se ha adelantado la formulación de una propuesta de hoja de ruta para la reducción de las quemas agrícolas en el país. Este instrumento estratégico busca consolidar la articulación interinstitucional y sectorial para el despliegue de alternativas técnicas al uso del fuego, en aras de fortalecer el cumplimiento de las metas de mitigación de carbono negro comprometidas por el sector agricultura. Específicamente, esta acción se enmarca en la iniciativa internacional “Proyecto CO-22-001: Hoja de Ruta Nacional para Reducir los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (SLCP) de la Quema Abierta”, financiada por la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC) y desarrollada técnicamente por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en estrecha coordinación con el IDEAM. A través de esta iniciativa, formulada y estructurada en fases operativas entre los años 2023 y 2025, se consolidan la modelación de escenarios de carbono negro y los análisis de costos y viabilidad financiera para promover la economía circular y la valorización de rastrojos en cultivos altamente prioritarios del país.

3.4.3.8.3.1. Abordaje de enfoques diferenciales e interseccionales en la medida

Las mujeres rurales desempeñan un papel crucial en la agricultura y son a menudo las más afectadas por la degradación ambiental, por eso la medida mejora las condiciones de este grupo. De acuerdo con el planteamiento de enfoque diferencial del PIGCCS del sector agropecuario, la gestión del cambio climático tiene en cuenta que la reducción de vulnerabilidad debe ser pensada bajo una perspectiva de género y de forma interseccional, reconociendo la necesidad de avanzar en la eliminación de la pobreza y del hambre, la igualdad de género y la adopción de medidas para combatir el cambio climático y sus efectos. De la misma manera se reconoce en las líneas estratégicas 5.4 y 5.5 sobre género y la medida 4.2, con el fin de Integrar el enfoque de género en la gestión del cambio climático sectorial. Todo esto en coordinación con la Dirección de Mujer Rural del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (NDC 3.0, 2025, p. 59).

La reducción de emisiones de carbono negro y material particulado se vincula directamente con la protección del derecho a la salud y al ambiente limpio, sano y sostenible; también protege la seguridad alimentaria sostenible y el derecho a la alimentación. A la vez, la reducción de la exposición a carbono favorece los principios de equidad y no discriminación, en particular bajo la protección de derechos de los Pueblos Indígenas, comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, y comunidades campesinas (NDC 3.0, 2025, p. 59).

3.4.3.9. Costos marginales de abatimiento de las medidas de mitigación

En consideración de lo establecido en la MPG 83a, de manera informativa, el país comunica sobre los costos de las acciones, políticas y medidas de mitigación de la NDC, utilizando el costo marginal de abatimiento (CMA) como indicador de costo-efectividad. El CMA, expresado en dólares constantes de 2025 por tonelada de CO_2 equivalente mitigada (USD/tCO_2eq), refleja el costo incremental neto de implementar una medida respecto a un escenario de referencia sin intervención. Se obtiene como la diferencia en valor presente entre los costos totales del escenario de mitigación y del escenario de referencia, dividida entre el potencial de mitigación acumulado de la medida. Un valor negativo indica que el valor presente de los costos en el escenario de mitigación es menor que en el escenario de referencia en todo el horizonte de tiempo analizado; en cambio, un valor positivo indica un costo incremental neto por tonelada mitigada.

El CMA es un indicador de costo-efectividad relativa y no debe interpretarse como una medida de viabilidad de implementación de las medidas. Una medida con CMA negativo no se implementa de manera autónoma. Todas las medidas requieren inversión de capital inicial, y su puesta en marcha depende de condiciones que este indicador no captura, como el acceso a financiamiento, los

costos de transacción, la capacidad institucional, los marcos regulatorios habilitantes y los costos de oportunidad. De manera análoga, un CMA positivo no implica que una medida sea inviable o que deba descartarse; en cambio, refleja que en el horizonte de tiempo y bajo los supuestos del modelo, el costo por tonelada mitigada es más alto que en el escenario de referencia.

Así, el CMA permite identificar qué medidas generan reducciones de emisiones a menor costo incremental neto, lo que orienta la priorización de esfuerzos de implementación y la asignación de recursos. Además, permite la orientación de instrumentos de política una vez que las medidas con CMA negativo señalan espacios donde persisten barreras diferentes a las económicas que no permiten su implementación (e.g. regulatorias, financieras, etc.); mientras que las medidas con CMA positivo alto indican la necesidad de instrumentos de política económica, de ciencia y tecnología, y/o de financiamiento climático que permitan cerrar esas brechas.

Con base en el estudio para la actualización de las curvas de costos marginales de abatimiento de Colombia, adelantado por el Consorcio Econometría-Centro Regional de Estudios de Energía (CREE), y financiado por el Global Green Growth Institute (GGGI) a través del Programa de Apoyo a la Preparación para la Cooperación en virtud del Artículo 6 del Acuerdo de París (SPAR6C), se estimó el CMA para cada medida y su respectivo potencial de mitigación en todo el horizonte de tiempo de su implementación. Esta consultoría fue ejecutada en articulación permanente con la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo (DCCGR) del Minambiente, y el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

El análisis de costos, que se describe a continuación, cubre 30 medidas de la NDC con información completa, tanto de costo marginal de abatimiento como de potencial de mitigación. La Figura 3-38 presenta la curva de costos marginales de abatimiento de las medidas. De estas, 14 presentan CMA negativo, con un potencial acumulado de 236,7 $MtCO_2eq$, y 16 presentan CMA positivo, con un potencial acumulado de 1.071,1 $MtCO_2eq$. El potencial total del subconjunto analizado asciende a 1.307,8 $MtCO_2eq$; entre las cuales, la reducción de la deforestación es la medida de mayor peso, con 899,2 $MtCO_2eq$. El rango de CMA se extiende desde −1.992,3 USD/tCO_2eq de Distritos Térmicos, hasta 1.262,5 USD/tCO_2eq de la Resolución 0549 (construcción sostenible); sin embargo, estos valores extremos fueron excluidos de la Figura 3-38, y se muestran solo en la Tabla 3-36.

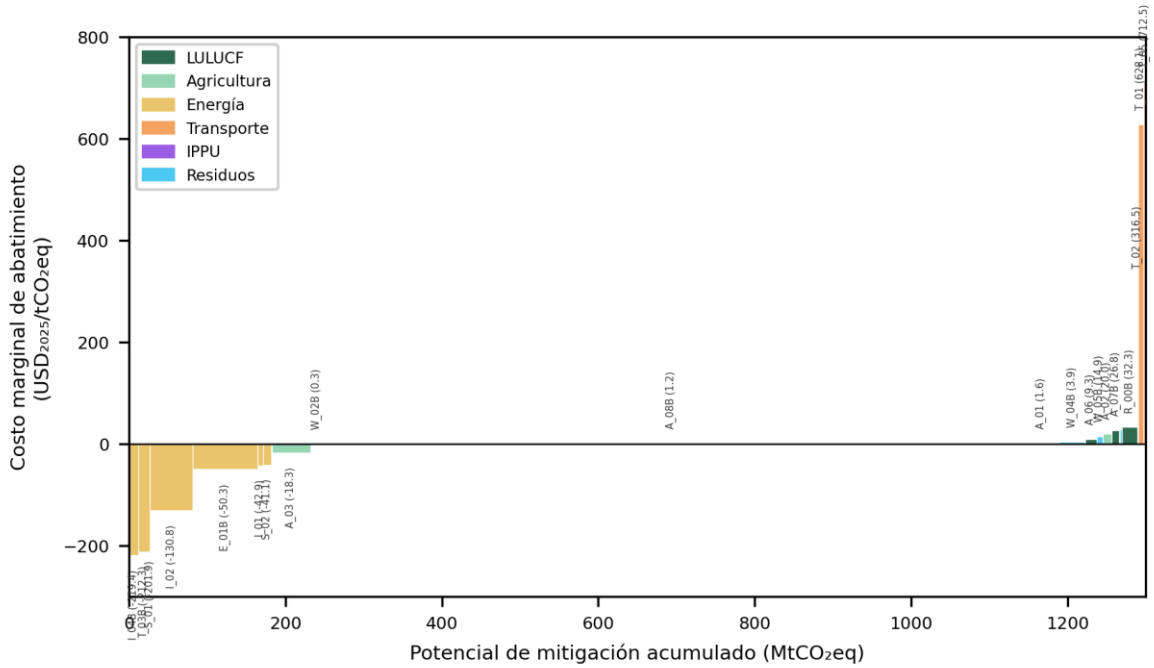


Figura 3-38. Curva de Costos Marginales de Abatimiento de las medidas NDC.

Nota. Estudio GGGI, Econometría y CREE (2026).

Tabla 3-36. Costo Marginal de Abatimiento (USD2025 / tCO_2eq) y Potencial de mitigación ($MtCO_2eq$) de las medidas NDC.

Medida	Código	Sector	CMA (USD_{2025}/tCO_2eq)	Potencial de mitigación en todo el periodo de implementación ($MtCO_2eq$)
Energía				
Distritos Térmicos	C_01B	Energía	-1992,3	0,289
Diversificación Capacidad Generación	E_01B	Energía	-50,3	83,172
Eficiencia generadores térmicos	E_02	Energía	-27,2	0,153
Optimización en el uso de glicol	F_01	Energía	-43,1	0,003
Tanques almacenamiento	F_02	Energía	6,4	0,042
Compresores de viga	F_03	Energía	-5,0	0,268
Desarrollo Ladrilleras	I_01	Energía	-42,9	6,706
Cemento sostenible	I_02	Energía	-130,8	55,200
Eficiencia Industria	I_03B	Energía	-212,3	14,460
Sustitución Industria	I_04B	Energía	-219,4	11,467
Resolución 0549 – Construcción sostenible	R_02B	Energía	1262,5	n.d.
Eficiencia energética minería	S_01	Energía	-201,9	0,011

Medida	Código	Sector	CMA (USD_{2025}/tCO_2eq)	Potencial de mitigación en todo el periodo de implementación ($MtCO_2eq$)
Eficiencia Energética Refinerías	S_02	Energía	-41,1	10,738
		Transporte		
TRA Move 2	T_01	Transporte	628,1	7,119
TRA Carga	T_02	Transporte	316,5	0,298
TRA Tándem 2	T_03	Transporte	-389,8	0,293
TRA Tren	T_05	Transporte	712,5	2,850
		IPPU		
Sustitutos SAO	U_01	IPPU	3,4	n.d.
Industria química: ácido nítrico	U_02	IPPU	3,1	n.d.
		Agricultura		
NAMA Ganadería	A_01	Agricultura	1,6	47,464
NAMA Café	A_02	Agricultura	20,0	11,683
NAMA Panela	A_03	Agricultura	-18,3	49,582
AMTEC arroz	A_04	Agricultura	-1,3	4,387
Theobroma cacao	A_05	Agricultura	-21,7	n.d.
		LULUCF		
Plantaciones Forestales	A_06	LULUCF	9,3	14.722
Restauración Ecológica	A_07B	LULUCF	26,8	9.598
Reducción de la deforestación	A_08B	LULUCF	1,2	899.161
Estufas de leña eficientes	R_00B	LULUCF	32,3	20.392
		Residuos		
Sistemas de Tratamiento Mecánico Biológico	W_01C	Residuos	27,5	0,500
Quema de biogás en rellenos sanitarios	W_02B	Residuos	0,3	6,672
Aprovechamiento de biogás en rellenos	W_03B	Residuos	6,6	0,114
Reciclaje de papel, plástico y vidrio	W_04B	Residuos	3,9	32,229
Gestión de biogás en PTAR	W_05B	Residuos	14,9	7,790

Fuente. Estudio GGGI, Econometría y CREE (2026).

Las medidas del sector energía muestran una estructura de costos predominantemente favorable. Un ejemplo de esto son las medidas de eficiencia energética, como las medidas de sustitución y eficiencia en la industria, con −219,4 y −212,3 USD/tCO_2eq respectivamente; la eficiencia energética en refinerías (−41,1 USD/tCO_2eq) y en generadores térmicos (−27,2 USD/tCO_2eq) también son

muy favorables. Igualmente, los distritos térmicos presentan un CMA de −1.992,3 USD/tCO_2eq, con un potencial de mitigación pequeño (0,3 MtCO_2eq), resultado de ahorros energéticos concentrados en un número reducido de instalaciones (como se mencionó, esta medida no se incluyó en la gráfica para facilitar la lectura de esta).

En cambio, el sector transporte concentra CMA más elevados y la mayor dispersión del portafolio. El transporte de carga multimodal modo férreo alcanza 712,5 USD/tCO_2eq, la movilidad eléctrica 628,1 USD/tCO_2eq, y la renovación de flota de carga 316,5 USD/tCO_2eq, muy asociado a los altos costos de capital. En cambio, la movilidad activa (i.e. NAMA TANDEM) con un CMA de −389,8 USD/tCO_2eq refleja ahorros netos significativos.

Las dos medidas de IPPU, sustitutos de SAO e industria química de ácido nítrico, presentan CMA positivos y cercanos entre sí, de 3,4 y 3,1 USD/tCO_2eq respectivamente. Estos valores moderados reflejan costos incrementales de implementación bajos, pero potenciales de mitigación pequeños respecto del portafolio nacional.

Las medidas agrícolas muestran un rango de CMAs equilibrado y mayoritariamente cercano a cero. Theobroma cacao (−21,7 USD/tCO_2eq), NAMA Panela (−18,3 USD/tCO_2eq), AMTEC Arroz (−1,3 USD/tCO_2eq), NAMA Ganadería (1,6 USD/tCO_2eq), y NAMA Café (20,0 USD/tCO_2eq) indican cierto equilibrio de los costos entre los escenarios sin medidas y con medidas, por ende, su costo incremental es cercano a cero.

La reducción de la deforestación es, entre las medidas, la que tiene el mayor potencial de mitigación con 899,2 MtCO_2eq, y un CMA de apenas 1,2 USD/tCO_2eq, que refleja unos costos incrementales de implementar la medida levemente más altos que sin esta. Esa combinación de potencial alto y costo cercano a cero hace que en la gráfica su valor sea imperceptible y se confunda con el eje horizontal. Otras medidas del sector, como plantaciones forestales presentan un CMA de 9,3 USD/tCO_2eq, la restauración ecológica 26,8 USD/tCO_2eq, y las estufas de leña eficientes un valor de 32,3 USD/tCO_2eq.

Finalmente, las medidas del sector residuos presentan CMAs positivos y en rangos moderados. La quema de biogás en rellenos sanitarios tiene el CMA más bajo del sector (0,3 USD/tCO_2eq), seguida por el reciclaje de papel, plástico y vidrio (3,9 USD/tCO_2eq) y el aprovechamiento de biogás en rellenos (6,6 USD/tCO_2eq). La gestión de biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales registra 14,9 USD/tCO_2eq y los sistemas de tratamiento mecánico biológico tiene un CMA de 27,5 USD/tCO_2eq.

En conclusión, los resultados presentados en este apartado corresponden a un esfuerzo institucional de caracterizar sistemáticamente la estructura de costos de las medidas NDC a partir de la disponibilidad de mejor información, por medio de fichas estándar por medida y una herramienta de construcción de portafolios.

Este análisis apunta a identificar sectores y medidas donde el costo incremental neto es favorable, bajo los supuestos del modelo[56], y aquellos donde el costo positivo señala la necesidad de condiciones adicionales para la implementación. Convirtiéndose así, en un instrumento de priorización que, además, puede también articularse con los análisis de necesidades de financiamiento presentado en el Capítulo 5, construyendo un mensaje coherente sobre los requerimientos del país para el cumplimiento de sus metas climáticas.

En este caso, se identificaron algunas limitantes respecto a disponibilidad, trazabilidad y calidad de información que, en conjunto, afectan sobre todo el dimensionamiento de las medidas, la validación de costos, la estimación del potencial nacional y la comparabilidad con las fichas originales. Por lo tanto, Colombia prevé seguir refinando este análisis, incorporando información más reciente, utilizando los potenciales de mitigación estimados en el marco de la NDC 3.0, lo que permitirá alinear los valores de CMA con las metas climáticas más recientes del país. En consecuencia, la incorporación de los costos marginales de abatimiento de las medidas de mitigación en el BTR2 sienta un precedente metodológico e institucional para profundizar el análisis de costos de mitigación en reportes subsiguientes, fortaleciendo la trazabilidad y la calidad del reporte climático del país a lo largo del tiempo.

3.4.3.10. Nuevas PAM incorporadas en virtud de la actualización de la NDC

De conformidad con lo establecido en el artículo 4° del Acuerdo de París, en diciembre de 2025, el país comunicó a la CMNUCC la más reciente actualización de su NDC denominada NDC 3.0: transformaciones para la vida en la cual establece su nueva ambición climática como aporte fundamental para lograr el objetivo ecuménico de disminuir las emisiones globales hasta lograr la estabilización de la temperatura del planeta por debajo del umbral de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales (United Nations, 2015). Atendiendo el principio de progresividad en la ambición de cada NDC actualizada, el país incorporó dentro su portafolio de mitigación siete medidas nuevas no previstas durante la actualización de la NDC de 2020, las cuales se indican a continuación:

56 Los costos se actualizaron y expresaron en dólares constantes de 2025, se evalúan en el periodo específico de implementación de cada medida y, se descuentan a valor presente con una tasa financiera común. La estimación incorpora supuestos técnicos sobre áreas intervenidas, número de unidades o tecnologías reemplazadas, vida útil, ritmos de adopción, factores de emisión, eficiencias tecnológicas, rendimientos productivos y/o disponibilidad de información sectorial validada. Cuando no existen datos actualizados o verificables, se recurrió a fuentes públicas, estudios previos, consultas con expertos y/o referencias internacionales, dejando explícitas las limitaciones.

- Acciones para aumentar las absorciones de GEI mediante la promoción de cultivos agroenergéticos y aprovechamiento de biomasa para la producción de biocombustibles y bioenergía.
- Acciones para reducir las emisiones de GEI en la agroindustria, fomentando la implementación de sistemas de captura y uso de biogás derivado de la biomasa residual de los procesos agroindustriales.
- Economía circular y reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos.
- Sustitución progresiva de combustibles fósiles.
- Estrategia integral para la reducción de emisiones del sector carbón.
- Plan nacional de sustitución de leña.
- Manejo forestal sostenible comunitario.

Para cada una de estas medidas se ofrece una sinopsis descriptiva en la que se establece su alcance y objetivos. Es importante señalar que, debido a la naturaleza multisectorial de algunas medidas, estas son presentadas sin ser adjudicadas a algún sector IPCC en particular hasta que el país pueda precisar el alcance de su implementación y, por lo tanto, qué categorías del inventario nacional de GEI impactarán.

3.4.3.10.1. Acciones para aumentar las absorciones de GEI mediante la promoción de cultivos agroenergéticos y aprovechamiento de biomasa para la producción de biocombustibles y bioenergía

La medida impulsa el aumento de las absorciones de GEI en el sector agropecuario mediante el establecimiento y manejo sostenible de cultivos agro-energéticos y el aprovechamiento de biomasa residual para la producción de biocombustibles y bioenergía. Se orienta a promover prácticas que capturen carbono en biomasa vegetal, sustituyan combustibles fósiles y reduzcan emisiones asociadas a la quema o disposición inadecuada de residuos. El alcance incluye acciones de promoción, asistencia técnica, lineamientos y articulación interinstitucional, sin financiar directamente la instalación de plantas o sistemas.

Esta medida se articula con la línea estratégica dos (Prácticas agropecuarias sostenibles) en lo que respecta a su medida 2.2 del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático para el Sector Agropecuario (PIGCCS), que promueve prácticas de captura y almacenamiento de carbono y reducción de la degradación del suelo. De igual forma, la medida se enmarca en al menos tres apuestas de la visión de largo plazo de la E2050 como son la apuesta tres: Producción y consumo sostenible para una economía innovadora e influyente (...); apuesta cinco: Desarrollo rural, marino y costero diferenciado por las distintas regiones (...) y la apuesta siete: Matriz energética diversificada para atender la demanda a través de fuentes renovables (...). Esta iniciativa sectorial también se encuentra

soportada por las Leyes 697 de 2001 y 1715 de 2014, los CONPES 3510 de 2008 y 4075 de 2022 y por la Ley de Acción Climática (Ley 2169 de 2021).

La iniciativa es liderada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y cuenta con aliados estratégicos como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Planeación Minero-Energética, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA), el Departamento Nacional de Planeación, las Corporaciones Ambientales Regionales y los gremios productores asociados.

Los principales cobeneficios identificados por efectos de la implementación de la medida son: valoración de subproductos agropecuarios que podrían ser descartados como desperdicio, mejoramiento de la cadena de valor de cultivos con alto potencial energético, uso eficiente del suelo, autosuficiencia energética en unidades agroproductivas, reducción de la dependencia de combustibles fósiles, disminución de la contaminación ambiental por tratamiento inadecuado de residuos orgánicos y generación de empleo rural.

En el marco de la COP16 en Cali, el Minagricultura —junto con las carteras de Ambiente, Ciencias, Comercio y Minas y Energía— oficializó este mecanismo intersectorial. Su propósito directo fue coordinar la transformación productiva del campo basada en el crecimiento verde, estableciendo las bases institucionales para integrar el inventario de rastrojos y cultivos agro-energéticos en la matriz energética de bajas emisiones.

La Ley 2462 de 2025 (Medidas Afirmativas para Mujeres Rurales), promulgada en junio de 2025, modificó el marco histórico de oportunidades para la mujer rural, campesina y de la pesca. El texto legal ordena explícitamente al Estado «reconocer, incluir y promover la labor de las mujeres rurales... en la mitigación de los efectos del cambio climático y la transición energética». A partir de este mandato, las estrategias de fomento de bioenergía e incentivos verdes del Minagricultura deben integrar metodologías de asignación de recursos preferenciales y cuotas de participación de la mano con la Dirección de Mujer Rural.

En correspondencia con el Plan Nacional de Desarrollo y bajo la supervisión de la Dirección de Mujer Rural, el Ministerio incorporó formalmente a los jóvenes como agentes de cambio diferenciados. Durante 2024 y 2025, se estructuraron las líneas de inclusión productiva y transferencia tecnológica rural para motivar la permanencia de los jóvenes en el campo a través del desarrollo de nuevas capacidades técnicas dentro de los eslabones locales de la bioenergía.

3.4.3.10.1.1. Abordaje de los enfoques diferenciales e interseccionales en la medida

Asegurar la inclusión activa de mujeres en capacitación y acceso equitativo a beneficios, con indicadores de participación, según los compromisos de género del sector agropecuario en el PAGCC-CO y con el planteamiento de enfoque diferencial del PIGCCS del sector agropecuario; y de acuerdo con las líneas estratégicas 5.4 y 5.5 sobre género y la medida 4.2 para integrar el enfoque de género en la gestión del cambio climático sectorial. Todo esto en coordinación con la Dirección de Mujer Rural del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 59).

3.4.3.10.2. Acciones para reducir las emisiones de GEI en la agroindustria, fomentando la implementación de sistemas de captura y uso de biogás derivado de la biomasa residual de los procesos agroindustriales

Esta medida consiste en promover la adopción de sistemas para la captura y aprovechamiento de biogás generado a partir de la biomasa residual de los procesos agroindustriales, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector. Esta acción se orienta a incentivar el uso eficiente de residuos orgánicos como fuente de energía renovable, disminuyendo emisiones de metano y dióxido de carbono, y contribuyendo a la sustitución parcial de combustibles fósiles en operaciones agroindustriales. El alcance de esta meta se limita a la promoción, asistencia técnica y generación de condiciones habilitantes para la implementación de dichos sistemas, sin incluir la financiación o instalación directa, que corresponde a otras carteras.

Dentro del PIGCC sectorial, la medida queda enmarcada en la línea estratégica 2: Prácticas agropecuarias sostenibles, dentro de la acción 2.1 (Mejorar la accesibilidad al agua y hacer un uso eficiente en las UPA), en virtud a que el afluente requerido para la generación de este biocombustible lo constituyen las aguas residuales generadas en los procesos productivos agroindustriales y en el que la biometanización se consolida como un proceso de tratamiento biológico de las aguas con alta carga contaminante. Esta medida se alinea con las apuestas 3 y 7 de la E2050 (Producción y consumo sostenible para una economía innovadora e incluyente y Matriz energética diversificada para atender la demanda a través de fuentes renovables (...)). La implementación de la medida se encuentra amparada por la Ley 1715 de 2014, la Ley 2169 de 2021, los CONPES 4075 de 2022 y 4129 de 2023 y la Estrategia Nacional de Economía Circular.

Como responsable principal de la medida se tiene al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural que, además, cuenta con la colaboración del Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA), la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), las Corporaciones Autónomas Regionales y los gremios del sector.

Entre los cobeneficios que genera esta medida se cuenta: la reducción de la contaminación hídrica, el aprovechamiento de residuos agroindustriales, la autosuficiencia energética en las unidades agroindustriales, reducción en el uso de fertilizantes químicos por el aprovechamiento de bioabonos generados en el proceso de biodigestión y la disminución de enfermedades asociada a la dispersión de patógenos por aguas contaminadas no tratadas.

En concordancia con las metas de descarbonización sectorial ratificadas en la NDC 3.0 y bajo los mandatos de progresividad de la Ley de Acción Climática (Ley 2169 de 2021), durante el ciclo de reporte 2024 – 2025, ésta medida "Acciones para reducir las emisiones de GEI en la agroindustria, fomentando la implementación de sistemas de captura y uso de biogás..." se mantuvo en fase de alistamiento institucional y maduración técnica, sin registrar ejecución operativa en territorio ni remociones/reducciones de GEI asociadas para este periodo específico. No obstante, el bienio se consolidó como una ventana estratégica de planificación robusta a través de la estructuración de la NAMA de biogás. Este proceso de formulación tomó como pilar analítico y línea base el diagnóstico técnico-económico y de potencial de mitigación desarrollado en cooperación con el Banco Mundial y la Cooperación Alemana - GIZ. La integración de estos insumos preexistentes permitió viabilizar el diseño de la arquitectura técnica, los arreglos de gobernanza enfocada específicamente en el eslabón de transformación primaria y procesamiento de la biomasa residual bajo la competencia del sector agricultura.

Es indispensable precisar que el ritmo de implementación física, el escalamiento de esta medida sectorial y la viabilidad operativa dependerán de la armonización entre la oferta de biomasa gestionada por el sector agricultura y los requerimientos de demanda de biogás/biometanos proyectados por el sector energético.

3.4.3.10.2.1. Abordaje de los enfoques diferenciales e interseccionales en la medida

Asegurar la inclusión activa de mujeres en capacitación y acceso equitativo a beneficios, con indicadores de participación, según los compromisos de género del sector agropecuario en el PAGCC-CO y con el planteamiento de enfoque diferencial del PIGCCS del sector agropecuario; y de acuerdo con las líneas estratégicas 5.4 y 5.5 sobre género y la medida 4.2 para integrar el enfoque de

género en la gestión del cambio climático sectorial. Todo esto en coordinación con la Dirección de Mujer Rural del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 59).

3.4.3.10.3. Economía circular y reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos

En 2019, el país expidió su Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), la cual propende por un nuevo modelo de desarrollo económico que incluye la valorización continua de los recursos, el cierre de ciclos de materiales, agua y energía, la creación de nuevos modelos de negocio, la promoción de la simbiosis industrial y la consolidación de ciudades sostenibles, con el fin, entre otros, de optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales, y reducir la huella hídrica y de carbono (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2019). La operacionalización de esta estrategia a nivel nacional se hace efectiva a través de los siguientes medios catalizadores (vehículos):

- Modelos de negocios circulares.
- Cadenas de valor o suministro sostenibles.
- Ciudades sostenibles.
- Parques industriales ecoeficientes.
- Responsabilidad extendida del productor.
- Consumo sostenible.

Con la medida se busca estimular y acompañar al sector privado en la implementación de proyectos en las líneas priorizadas por la estrategia como mecanismo de seguimiento de reducción de emisiones de GEI. La medida incluye un componente de monitoreo de emisiones de GEI reducidas en proyectos. Adicionalmente, establecerá acciones para incrementar la recuperación y redistribución de alimentos en el marco de la política de pérdidas y desperdicios y buscará incrementar el aprovechamiento de biomasa residual a través de proyectos.

El desarrollo de la ENEC se fundamenta en la puesta en práctica de sus líneas de acción basadas en los flujos de materiales priorizados como lo son: i) materiales industriales y productos de consumo masivo, ii) materiales de envases y empaques, iii) biomasa, iv) energía, v) agua y vi) materiales de construcción. En la hoja de ruta Colombia Circular se actualizaron los medios de implementación para definir acciones específicas convergentes entre economía circular y las metas climáticas y de biodiversidad, tal como se observa a continuación en la Figura 3-39.



Figura 3-39. Colombia circular, Medios de Implementación.

Fuente: Tomado de Días Méndez, S.K. 2026 Hoja de ruta de Colombia circular. Minambiente.

En este sentido, la medida tiene un enfoque específico en los flujos de biomasa, considerando en particular la generación de residuos procedentes del sector alimenticio, por lo cual se promueve:

- La disminución de emisiones de residuos de alimentos por disposición en rellenos sanitarios.
- La reducción de pérdidas en los procesos de producción, almacenamiento y transporte de alimentos.
- La disminución de desperdicios en comercialización y consumo.
- La implementación de principios de economía circular en sistemas productivos y urbanos.
- La valorización de la biomasa residual para producir biofertilizantes, combustibles o biogás.

La ENEC se ha actualizado a través de la hoja de ruta Colombia Circular con el propósito de ampliar el potencial de mitigación. Actualmente, Colombia Circular ha definido el alcance de las diferentes líneas de acción para determinar el impacto que tendrá en término de su potencial de mitigación de GEI. Adicional a la meta M-49, se revisaron las metas NDC vigentes, encontrando convergencia entre las NDC en las cuales inicialmente no se había realizado la correlación, y que después de una revisión conjunta con la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y de Desarrollo Sostenible, se logró el reconocimiento conjunto de medidas que contribuyen tanto al cumplimiento de las metas establecidas en el PIGCC y de la hoja de ruta Colombia Circular. La identificación

de las metas permite la promoción efectiva y la articulación de las acciones de la E2050 y del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, el cual se establece en el capítulo de Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática, mediante las acciones que se enuncian a continuación:

- Fortalecer el flujo de materiales de construcción e infraestructura para promover el uso de materiales secundarios. Se estima que una tonelada de eco-agregados podría contribuir con la mitigación de al menos el 50 % de las emisiones asociadas a la producción de agregados pétreos vírgenes.
- La hoja de ruta promueve las acciones de eficiencia energética que contribuyen a la disminución de la intensidad de las emisiones asociadas al sector energético.
- Se identificaron acciones complementarias de mitigación adicionales a las establecidas en la medida.
- Se realizó un trabajo articulado intraministerial para identificar y hacer visibles las medidas que contribuyen al cumplimiento tanto de metas climáticas como de economía circular, las cuales fueron publicadas en la hoja de ruta Colombia Circular para facilitar el entendimiento del público general.

3.4.3.10.3.1. Abordaje de los enfoques diferenciales e interseccionales en la medida

La medida propende por crear oportunidades para que las mujeres participen de manera justa en los sectores del aprovechamiento de biomasa, además de cerrar brechas que limitan el acceso de las mujeres a modelos de producción y consumo sostenibles. El fortalecimiento de la gestión de residuos es un aspecto clave que requiere un mayor compromiso por parte de las entidades territoriales frente al diseño de sus planes integrales de gestión de residuos sólidos, en donde se incluyan proyectos de fortalecimiento de la actividad de aprovechamiento y programas de formalización de la población recicladora (hombres y mujeres) de oficio. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 84).

3.4.3.10.4. Sustitución progresiva de combustibles fósiles

Esta medida tiene como objetivo la formulación de una hoja de ruta nacional para orientar la sustitución progresiva de los combustibles fósiles y la eliminación gradual de los subsidios asociados a estos energéticos, bajo principios de justicia social, seguridad energética, sostenibilidad ambiental y transición justa. Su alcance contempla la evaluación integral de las condiciones técnicas, económicas, financieras, fiscales, regulatorias, institucionales y tecnológicas necesarias para avanzar hacia una matriz energética diversificada y con menor dependencia de los combustibles fósiles. Asimismo, incorpora el diseño de

mecanismos de seguimiento, monitoreo y evaluación que permitan medir el avance, impacto y efectividad de las acciones implementadas.

La medida incluye, además, el análisis técnico, económico y territorial de la posible no suscripción de nuevos contratos de exploración y explotación de hidrocarburos y minería de carbón, considerando los efectos asociados sobre las finanzas públicas, la actividad productiva, el empleo, las comunidades y los territorios dependientes de estas actividades extractivas.

Su implementación contempla el desarrollo de diagnósticos sectoriales, la caracterización de los esquemas actuales de subsidios energéticos, la identificación y evaluación de infraestructura asociada al sistema fósil, el análisis de los niveles de dependencia económica y territorial frente a estos combustibles, así como procesos de participación con actores institucionales, sociales y territoriales. Adicionalmente, se prevé la construcción de escenarios prospectivos que permitan definir trayectorias de sustitución energética y establecer estrategias diferenciadas para la reducción progresiva del uso de combustibles fósiles. Entre los principales hitos de implementación se encuentran la formulación de la hoja de ruta nacional, la estructuración de un sistema de monitoreo, reporte y evaluación, y la ejecución de revisiones periódicas orientadas a ajustar las estrategias y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia.

Actualmente, la medida se encuentra en fase de planificación y diseño, con acciones enfocadas en la generación de insumos técnicos, consolidación de información sectorial y fortalecimiento de capacidades institucionales para su posterior ejecución. La medida está alineada con el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 ‘’Colombia Potencia Mundial de la Vida” en lo relacionado con el pilar 4 ‘’Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática’’, ya que contribuye directamente a la transformación B “Transición económica para alcanzar la carbono neutralidad y consolidar territorios resilientes al clima” y al eje C “Transición energética justa, segura, confiable y eficiente”, al promover la diversificación de la matriz energética, la reducción de la dependencia de combustibles fósiles y el fortalecimiento de alternativas energéticas sostenibles.

Asimismo, se encuentra alineada con la Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050), particularmente con las trayectorias orientadas a la descarbonización profunda del sector energético (apuesta 7), la transformación productiva baja en carbono y la transición justa para los territorios dependientes de actividades extractivas (apuesta 4), y mejorar en general la biodiversidad (Apuesta 2) al frenar la minería para la extracción de combustibles fósiles. Entre los principales instrumentos de política y normativa que impulsan esta medida se encuentra: la Política Nacional de Cambio Climático, la Ley 2169 de 2021, la Ley 1715 de 2014 modificada por la Ley 2099 de 2021, el CONPES 4075 de 2022 sobre transición energética justa y el Plan Energético Nacional (PEN) 2022-2052. La

implementación de esta medida es liderada por el Ministerio de Minas y Energía, en coordinación con Agencia Nacional de Minería, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Unidad de Planeación Minero Energética, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Servicio Geológico Colombiano, Agencia Nacional de Hidrocarburos y Corporaciones Autónomas Regionales.

Además de las reducciones de emisiones de GEI, esta medida favorece el fortalecimiento de la gobernanza energética, promueve transparencia sectorial y reduce riesgos socioambientales del modelo fósil. Al combinar participación territorial, criterios técnicos y monitoreo permanente; habilita una transición justa, equitativa y en armonía con derechos humanos, resiliencia climática y desarrollo sostenible. Como parte de las acciones orientadas a la construcción de la hoja de ruta para la sustitución progresiva de combustibles fósiles, Colombia fue anfitriona de la Primera Conferencia Internacional para la Transición más allá de los Combustibles Fósiles[57]. Este encuentro reunió a representantes de 57 países y constituyó un espacio de diálogo político y técnico para avanzar en la definición de estrategias que permitan reducir la dependencia global del carbón, el petróleo y el gas, en consonancia con los objetivos climáticos internacionales. Entre los principales resultados de la conferencia se destacan:

- El anuncio de una segunda edición de la conferencia para 2027, copresidida por Irlanda y Tuvalu.
- La creación de un Grupo de Coordinación conformado por países líderes para dar continuidad a las iniciativas de transición energética y fortalecer su articulación con la agenda climática internacional.
- El lanzamiento del Panel Científico para la Transición Energética Global (SPGET), orientado a brindar soporte técnico y científico a los países.
- La definición de líneas de trabajo para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y fortalecer la cooperación internacional; y
- La consolidación de recomendaciones y rutas de acción que servirán como insumos para las discusiones de la COP30.

3.4.3.10.4.1. Abordaje de los enfoques diferenciales e interseccionales en la medida

La medida prevé la inclusión de mecanismos de participación para mujeres en la gobernanza climática y en las mesas técnicas, garantizando su acceso a procesos de capacitación en tecnologías de mitigación, y desarrollar estrategias de reconversión laboral que consideren sus necesidades y capacidades. La participación de las mujeres fortalece la sostenibilidad territorial, incorpora perspectivas diversas en la toma de decisiones y contribuye a que los beneficios

57 Este evento tuvo lugar del 24 al 29 de abril de 2026 en la ciudad de Santa Marta.

de la mitigación se distribuyan de manera equitativa. (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 117).

Esta medida reconoce los impactos de las actividades extractivas de los combustibles fósiles en los territorios para el goce pleno de derechos humanos. En este sentido y en línea con lo emitido por la CIDH (OC-32/25), esta medida promueve el derecho a la salud; los derechos de los Pueblos Indígenas, las comunidades locales, los migrantes, las personas en situaciones vulnerables, las mujeres, las y los niños; y la equidad intergeneracional (Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones Para La Vida, 2025, p. 117).

3.4.3.10.5. Estrategia integral para la reducción de emisiones del sector carbón

La medida tiene como objetivo impulsar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas al subsector del carbón, mediante la implementación de tres líneas estratégicas de intervención: (i) la gestión, mitigación y aprovechamiento de las emisiones fugitivas de metano, generadas durante las actividades de extracción y operación minera de carbón; (ii) la electrificación progresiva de los procesos y equipos asociados a las operaciones mineras, mediante la incorporación de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER); y (iii) la transición tecnológica gradual de las centrales termoeléctricas a carbón hacia alternativas de generación eléctrica con menores factores de emisión de GEI.

El alcance de la medida comprende las actividades de la cadena productiva del carbón, incluyendo tanto los procesos extractivos como las actividades de generación eléctrica vinculadas al uso de este combustible. Para su implementación, se contempla el desarrollo y fortalecimiento de instrumentos regulatorios, técnicos y operativos que permitan establecer obligaciones de reporte, monitoreo y verificación (MRV) de emisiones fugitivas de metano por parte de los actores involucrados en la cadena de valor de la minería de carbón. Asimismo, se contempla la formulación e implementación de estrategias orientadas a la captura, tratamiento y aprovechamiento energético de dicho gas.

De manera complementaria, la medida busca promover la sustitución progresiva de consumos energéticos convencionales en operaciones mineras mediante soluciones basadas en FNCER, así como la adopción de tecnologías emergentes orientadas a mejorar la eficiencia energética y reducir la intensidad de emisiones del sector. A su vez, incorpora criterios de transición justa, dirigidos a gestionar los impactos sociales, laborales y económicos, derivados del proceso de transformación productiva, en busca de garantizar la participación y protección de las comunidades y trabajadores relacionados con la actividad carbonífera.

La medida está alineada con el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 ‘’Colombia Potencia Mundial de la Vida’’, especialmente en lo relacionado con el pilar 4 ‘’Transformación Productiva, Internacionalización y Acción Climática’’, ya que contribuye al eje C “Transición energética justa, segura, confiable y eficiente” en articulación con la estrategia 3 “Transición energética justa, basada en el respeto a la naturaleza, la justicia social y la soberanía con seguridad, confiabilidad y eficiencia” y la estrategia 4 ‘’Desarrollo económico a partir de eficiencia energética, nuevos energéticos y minerales estratégicos para la transición’’. Además, contribuye a la apuesta 7 de la Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050), en lo relativo con la electrificación con FNCER, como también a la visión de la reducción progresiva de emisiones provenientes de actividades extractivas, el aprovechamiento de oportunidades de mitigación en sectores intensivos en carbono y la transformación productiva de los territorios mineros.

Entre los principales instrumentos de política y normativa que impulsan esta medida, se encuentran: la Política Nacional de Cambio Climático; la Ley 2169 de 2021; la Ley 2099 de 2021; el CONPES 4075 de 2022 sobre transición energética justa; y el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial de Minas y Energía (PIGCCme).

La medida es liderada por el Ministerio de Minas y Energía, con apoyo técnico de la Agencia Nacional de Minería, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Unidad de Planeación Minero-Energética, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Servicio Geológico Colombiano, Agencia Nacional de Hidrocarburos y Corporaciones Autónomas Regionales.

La implementación de esta medida genera beneficios significativos en materia de calidad del aire y salud pública, al reducir emisiones contaminantes asociadas a la actividad minera y a la generación termoeléctrica. Asimismo, aporta positivamente a la paz al promover una reconversión económica ordenada, proteger a las comunidades dependientes del carbón y avanzar hacia un modelo energético sostenible basado en derechos, equidad y participación informada. De igual manera, contribuye a la creación y promoción de empleo asociado a nuevas tecnologías energéticas y a la disminución de impactos ambientales locales sobre ecosistemas y comunidades.

Actualmente, la medida se encuentra en una fase inicial de estructuración regulatoria y planificación técnica, enfocada en la definición de los instrumentos normativos, metodológicos, institucionales y de seguimiento necesarios para garantizar su implementación efectiva, el cumplimiento de objetivos climáticos sectoriales y la articulación con las metas nacionales de mitigación de GEI.

3.4.3.10.6. Plan nacional de sustitución de leña

Esta medida tiene como propósito impulsar la sustitución progresiva de los combustibles utilizados actualmente para la cocción de alimentos, los cuales presentan bajos niveles de eficiencia energética y altos impactos ambientales, especialmente aquellos empleados en hogares ubicados en zonas rurales del territorio colombiano. La estrategia busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y contaminantes atmosféricos generados por el uso de combustibles como leña, carbón vegetal, carbón mineral, keroseno, gasolina y otros energéticos de alta carga contaminante, contribuyendo de manera simultánea al mejoramiento de la calidad del aire al interior de las viviendas, la reducción de impactos sobre la salud pública y la transición hacia sistemas energéticos más limpios, eficientes y sostenibles.

La implementación de esta medida se desarrolla en el marco del Plan Nacional de Sustitución de Leña (PNSL), liderado por la Unidad de Planeación Minero - Energética (UPME) y el Ministerio de Minas y Energía; con el apoyo de las entidades pertenecientes a la mesa técnica del Plan Nacional de Sustitución de Leña. Para ello, se han planteado acciones orientadas a fortalecer el acceso a energéticos de menor impacto ambiental para la cocción de alimentos; desarrollar capacidades técnicas para la estimación, seguimiento, reporte y verificación de reducciones de emisiones; y promover procesos de apropiación social y transformación cultural que favorezcan la adopción de tecnologías de cocción más limpias en los hogares.

Esta medida contribuye al cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 asociados a la estrategia 3 “Transición energética justa, basada en el respeto a la naturaleza, la justicia social y la soberanía con seguridad, confiabilidad y eficiencia”, el cual establece que para cierre de brechas energéticas se adelantará un Programa Intersectorial de Sustitución de Leña que promueva el uso de sustitutos energéticos de transición. Asimismo, se encuentra alineada con la E2050, particularmente con las trayectorias de descarbonización del sector residencial, acceso universal a energías limpias y mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones rurales.

Entre las principales disposiciones que respaldan esta medida, se encuentran: la Ley 2169 de 2021; la Ley 2099 de 2021; CONPES 3943 “Política para el mejoramiento de la calidad del aire”; y Ley 2294 de 2023, que reglamenta el PND 2022-2026.

Además de la reducción de emisiones de GEI, esta medida genera importantes beneficios en salud pública, al disminuir la exposición de los hogares al humo tóxico, lo que favorece la reducción de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Con ello, se garantiza el derecho a la salud, la vida digna y los derechos económicos, en tanto se requiere menos esfuerzo para la recolección

de leña. Igualmente, contribuye a disminuir la presión sobre los bosques y ecosistemas naturales.

En el marco de la ejecución del Plan, se consolidó la Mesa Técnica del PNSL como instancia de coordinación y articulación interinstitucional para orientar la implementación, seguimiento y fortalecimiento de las acciones previstas. Como herramienta de apoyo para la estructuración y priorización de iniciativas, la UPME desarrolló e implementó el Aplicativo de Priorización de Proyectos de Sustitución de CIAC (APPCIAC), una plataforma de acceso público que permite identificar y evaluar alternativas energéticas para la sustitución de combustibles contaminantes en la cocción de alimentos, incorporando criterios ambientales, económicos, técnicos, socioculturales e institucionales.

En materia regulatoria, el Ministerio de Minas y Energía expidió la Resolución 40165 de 2024, mediante la cual se reglamentó el Programa de Sustitución de Leña, Carbón y Residuos por Energéticos de Transición para la Cocción de Alimentos. Esta regulación establece los lineamientos para la financiación de infraestructura, adecuaciones internas y mecanismos de apoyo económico destinados a facilitar el acceso de los hogares a combustibles más limpios, incluyendo alternativas como gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), biogás, biometano e hidrógeno. Asimismo, define criterios de focalización territorial, mecanismos de implementación y fuentes de financiación orientadas al cumplimiento de los objetivos de transición energética, reducción de emisiones y mejora de las condiciones de vida de las poblaciones beneficiarias.

3.4.3.10.6.1. Abordaje de los enfoques diferenciales e interseccionales en la medida

Las acciones del PNSL les ayuda a las mujeres a tener oportunidades de apropiación del tiempo a través de nuevas alternativas de energía en el hogar. Esto impacta su bienestar y calidad de vida, al ser el género que más involucrado está en la cocción de alimentos, lo que se traduce en una mayor atención en el desarrollo económico local, tanto en el desarrollo personal de las mujeres como en los adultos mayores. Lo anterior, conforme a lo establecido en el Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia, específicamente los compromisos de género del Ministerio de Minas y Energía; asimismo, considerando los lineamientos de género del sector minero energético y la implementación del PIGCCME a 2050 (NDC 3.0, 2025, p. 122).

3.4.3.10.7. Manejo forestal sostenible comunitario

Esta nueva medida del sector LULUCF apunta a fortalecer la implementación y escalamiento del manejo forestal sostenible comunitario (MFSC) como una opción climática clave que propenda por la recuperación estructural y funcional

de los bosques naturales, la conservación de la cobertura boscosa y al beneficio social, económico, cultural y ambiental en territorios indígenas, colectivos, afrocolombianos y campesinos. Actualmente, en el marco del programa nacional de forestería comunitaria, que constituye una de las acciones de contención a la deforestación prevista en el CONPES 4021 de 2020, la superficie de bosque natural que cuenta con un acto administrativo otorgado por la autoridad ambiental es del orden de 148.495 hectáreas, las cuales se encuentran distribuidas en 39 municipios de 16 departamentos, distribuidas en las cinco regiones biogeográficas del país.

Esta medida no cuenta con una meta indicativa en términos de reducción de emisiones de GEI con el propósito de evitar una doble contabilidad con la medida "Reducción intersectorial de la deforestación", dado que se presume que los efectos de las prácticas MFS coadyuvan a disminuir la presión sobre la cobertura forestal y, por lo tanto, la disminución de la deforestación es una consecuencia esperada de la implementación de esta medida. En virtud de lo anterior, se plantea una meta nominal de 10.000 ha de bosque natural en proceso de implementación del MFSC a 2030, las cuales deberán adelantarse en áreas con permiso para el aprovechamiento forestal persistente de productos forestales maderables y no maderables.

La medida responde a la línea estratégica de "Desarrollo de una economía forestal y cierre de la frontera agropecuaria" de la Estrategia Integral de Control a la Deforestación y la Gestión de Bosques (EICDGB)[58]; y es refrendada por la línea de acción 2 del CONPES 4021 de 2020 "Fomentar la aplicación de procesos de conservación y manejo sostenible de los bosques". Esta medida también se enmarca en el Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026, dentro del catalizador D "Economía productiva a través de la reindustrialización y la bioeconomía", que pertenece a la línea transformadora 4 "Transformación productiva, internacionalización y acción climática". La medida también se encuentra alineada con la E2050 que, en su apuesta 5, propone una "economía forestal competitiva, pujante y sostenible, que contribuya a mejorar el bienestar humano y la reducción de la deforestación y degradación de los bosques".

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es la entidad que lidera la medida, con el apoyo de las Corporaciones Autónomas Regionales y las organizaciones colectivas indígenas y afrocolombianas.

Los cobeneficios asociados a la implementación de esta medida incluyen: el mejoramiento de la gobernanza forestal en territorios étnicos; mayor control y vigilancia sobre el uso del recurso forestal; desarrollo de economías locales

58 La EICDGB constituye la estrategia nacional REDD+ de Colombia formulada en 2017 en respuesta a lo indicado en el parágrafo 71 de la Decisión 1/CP. 16.

basadas en el manejo y aprovechamiento sostenible de los bosques; conservación de la biodiversidad; y mejora de la calidad de vida de las comunidades étnicas que dependen de los bosques naturales.

Entre 2018 y 2026, la implementación de la medida ha vinculado 90 iniciativas distribuidas en 15 departamentos y 38 municipios del país, involucrando aproximadamente 5.071 familias pertenecientes a comunidades afrodescendientes y campesinas, así como pueblos indígenas; agrupadas en 66 organizaciones comunitarias. Actualmente se reportan 363.845 hectáreas bajo manejo forestal sostenible comunitario, de las cuales 148.495 hectáreas cuentan con actos administrativos para el aprovechamiento persistente de productos forestales.

Adicionalmente, se han otorgado 74 actos administrativos que benefician a 57 organizaciones comunitarias y 2.460 familias, consolidando cadenas de valor de productos forestales maderables y no maderables. Como parte del fortalecimiento institucional y comunitario, se mantiene activa la Mesa Nacional de Manejo Forestal Sostenible Comunitario, espacio de articulación entre comunidades, entidades públicas, cooperación internacional y sector privado para promover la gobernanza forestal, el intercambio de experiencias y la expansión de modelos de economía forestal como estrategia para la conservación de los bosques y la reducción de la deforestación.

3.4.4. Estimaciones de las reducciones de las emisiones de GEI logradas y proyectadas para las PAM y metodologías y supuestos utilizados para su estimación

De conformidad con lo señalado en la MPG 85, en este acápite se presenta la información consolidada de las reducciones de emisiones logradas para el período 2020 – 2024, las cuales fueron presentadas de manera individualizada para 14 PAM tal como fue presentado en la sección 3.4.3. Es importante señalar que los resultados de mitigación (emisiones reducidas) para algunas de ellas fueron obtenidos de forma completa mientras que para otras solo fueron estimadas parcialmente. Esto último obedeció a que muchas medidas están compuestas de varias actividades de mitigación para las cuales o bien no fue posible recolectar la suficiente información que permitiera estimar las reducciones de emisiones o enfrentaron desafíos metodológicos para calcular los resultados de mitigación.

Algunas medidas como “Cambio a modo transporte de carga carretero a fluvial Río Magdalena” (sector transporte) o “Procesos de producción sostenible en el sector cemento” (sector IPPU) presentaron dificultades para recabar información de datos de actividad en un año específico del período de reporte, por lo que no

fue posible estimar la mitigación para ese año. Lo mismo se evidencia para la medida "Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes" (sector LULUCF) debido a que los datos de actividad recolectados no reflejaban el nivel de implementación que ocurrió durante los años 2022 a 2024, lo cual, con los datos recolectados, podría conducir a una subestimación de las reducciones logradas por esta medida.

La medida denominada "NAMA de ganadería bovina sostenible" (sector Agricultura) presenta resultados de mitigación parciales debido a que en solo dos de sus cinco actividades constituyentes pudieron reportarse datos de actividad. Esto se reseña en el formato tabular de la medida (ver numeral 3.4.3.4.1).

La Tabla 3-37 recoge de manera sinóptica el consolidado de las reducciones de emisiones alcanzadas durante el período 2020 – 2024, reconociendo que estos resultados solo corresponden a una tercera parte de las medidas que comprenden el portafolio de mitigación del país fijado en la NDC 2020. Para el primer año (2020) del período de reporte se contabilizaron 9.487 $ktCO_2eq$ reducidas, cifra que aumentó a 11.547 $ktCO_2eq$ en 2021. El año 2022 experimentó un incremento del 259 % en los esfuerzos de mitigación del país, debido al efecto de la reducción de la deforestación ocurrida en ese año, lo cual le permitió reducir 41.467 $ktCO_2eq$. Los resultados alcanzados para controlar la deforestación en el año 2023 hicieron posible que el país alcanzará su mejor desempeño en términos de las reducciones de emisiones logradas, que fueron cuantificadas en 48.690 $ktCO_2eq$. Para 2024, el esfuerzo de mitigación presentó un ligero descenso respecto del año anterior cuando solo se contabilizaron 43.579 $ktCO_2eq$.

Como se presenta en la Tabla 3-37, tres de las medidas cuantificadas incluyen actividades asociadas al consumo de energía eléctrica. Por esta razón, las reducciones de emisiones relacionadas con este componente se presentan únicamente como una partida informativa, con el fin de evitar la doble contabilización de resultados. No obstante, resulta pertinente señalar que la existencia de reducciones de emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad en medidas como la NAMA de Refrigeración Doméstica y la Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector industria es metodológicamente compatible con la ausencia de reducciones netas agregadas observada en la medida Generación eléctrica durante el período 2020 – 2023.

Tabla 3-37. Consolidado de los resultados logrados para el período 2020 – 2024.

PAM	Sección de descripción	Sector	Completitud	Resultados logrados por año ($ktCO_2eq$)				
				2020	2021	2022	2023	2024
Generación eléctrica	3.4.3.1.4	Energía	Total[(b)]	0	0	0	0	1.000
NAMA para el sector de refrigeración doméstica en Colombia[(a)]	3.4.3.1.6	Energía	Total[(b)]	0 (90,02)	0 (73,14)	0 (142,87)	0 (338,37)	0 (489,92)
Promoción de proyectos de gestión de la energía y la eficiencia energética en el sector industria[(a)]	3.4.3.1.7	Energía	Total[(b)]	1.128,68 (4.720,02)	1.017,29 (6.135,91)	1.470,09 (6.740,81)	2.419,65 (6.646,75)	2.836,23 (6.666,17)
Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras	3.4.3.1.8	Energía	Total[(b)]	1.445.70	1.321,20	1.413,20	1.481,60	1.623
Programa de modernización de transporte automotor de carga	3.4.3.2.2	Transporte	Total[(b)]	343,60	435,80	554,10	644,30	731,60
Movilidad eléctrica	3.4.3.2.3	Transporte	Total[(b)]	57,20	71,80	154,80	162,80	180,10
Cambio a modo transporte de carga carretero a fluvial río Magdalena	3.4.3.2.4	Transporte	Parcial[(c)]	NE	123,70	166,50	150,50	127,30
Rehabilitación del corredor férreo La Dorada – Chiriguaná – Santa Marta	3.4.3.2.5	Transporte	Total[(b)]	1,50	0,21	1,51	3,08	3,82
Gestión para la implementación de tecnologías de abatimiento de emisiones de N2O en la	3.4.3.3.1	IPPU	Total[(b)]	22,44	109,38	28,04	151,37	325,96

PAM	Sección de descripción	Sector	Completitud	Resultados logrados por año ($ktCO_2eq$)				
				2020	2021	2022	2023	2024
producción de materias primas fertilizantes								
Procesos de producción sostenible en el sector cemento[a]	3.4.3.3.2	IPPU	Parcial[c]	1.284,10 (351,95)	795,47 (128,23)	999,93 (144,20)	1.051,95 (232,02)	NE (NE)
Reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC)	3.4.3.3.3	IPPU	Total[b]	0	0	0	0	3.788,94
NAMA de ganadería bovina sostenible	3.4.3.4.1	Agricultura	Parcial[c]	0	104,19	112,62	161,52	166,01
Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes	3.4.3.5.6	LULUCF	Parcial[c]	5,20	6,20	NE	NE	NE
Reducción intersectorial de la deforestación	3.4.3.5.7	LULUCF	Total[b]	5.198,95	7.562,54	36.566,49	42.463,38	33.796,87
TOTAL DE EMISIONES REDUCIDAS				9.487,37	11.547,78	41.467,28	48.690,15	44.579,83

a) Esta medida contiene una actividad relacionada con el consumo de energía eléctrica, por lo que las reducciones de emisiones asociadas a este componente no se reportan como parte del resultado de mitigación de la medida para evitar el doble cómputo del resultado. Las reducciones de emisiones relacionadas con la disminución de los consumos de electricidad se indican entre paréntesis, como partida informativa, siguiendo la regla de contabilidad #4, aprobada por la CICC, con el fin de diferenciar dichos resultados asociados a emisiones indirectas por consumo de energía, de las reducciones de emisiones logradas por los otros componentes de la medida.

b) Total: indica que el resultado de la medida refleja una completitud de las emisiones logradas, es decir que se logró cuantificar la mitigación lograda para todas las actividades de la medida.

c) Parcial: indica que el resultado de la medida no es exhaustivo debido a factores como: i) información incompleta del dato de actividad, ii) medidas con varias actividades, de las cuales, solo algunas de ellas pudieron ser cuantificadas en términos de las emisiones logradas debido a limitantes metodológicas o de información o iii) información no recabada para algún año del período de reporte.

Fuente: Elaboración propia

En las dos primeras medidas, las reducciones se estiman a partir de la disminución del consumo de electricidad y la aplicación del correspondiente factor de emisión del Sistema Interconectado Nacional (SIN), reflejando así el efecto directo de una menor demanda de energía atribuible a su implementación. Por su parte, la medida de Generación eléctrica evalúa el comportamiento agregado del sistema eléctrico frente al escenario de referencia de la NDC. En consecuencia, sus resultados dependen no solo de la incorporación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), sino también de factores como la variabilidad hidrológica, el crecimiento de la demanda de electricidad, las condiciones de despacho y la expansión de la infraestructura de generación. Bajo este enfoque, es posible que se registren reducciones indirectas asociadas a un menor consumo de electricidad, aun cuando las emisiones agregadas del sistema no evidencien reducciones respecto del escenario de referencia.

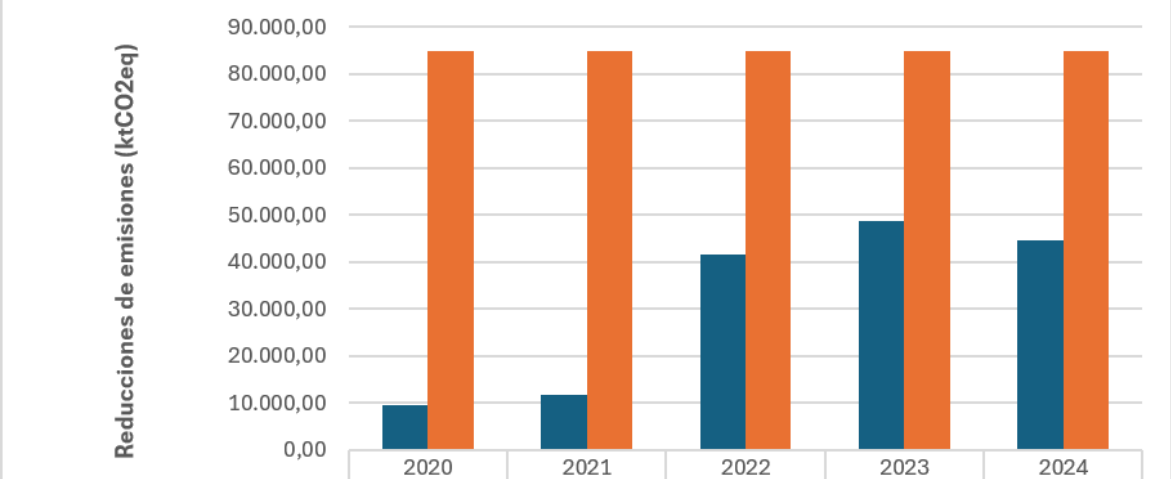
Los resultados obtenidos para la medida de generación eléctrica durante el período evaluado ilustran esta situación. Entre 2020 y 2024, la demanda real de electricidad fue superior a la prevista en el escenario de referencia, mientras que el sistema enfrentó condiciones hidrológicas menos favorables, particularmente durante el fenómeno de El Niño 2023–2024. Esta situación incrementó el despacho de generación térmica requerido para garantizar la confiabilidad del suministro. Como consecuencia, estos factores compensaron e incluso superaron los efectos positivos derivados de la expansión de las FNCER y de las reducciones de demanda alcanzadas mediante las demás medidas del sector industrial. Por esta razón, no se observaron reducciones netas agregadas frente al escenario de referencia durante la mayor parte del periodo analizado.

Estos resultados demuestran que la ausencia de reducciones netas agregadas en la medida de generación eléctrica no implica necesariamente la inexistencia de resultados de mitigación atribuibles a su implementación. De hecho, en 2024 la metodología permitió identificar, por primera vez, emisiones evitadas asociadas a la generación adicional proveniente de FNCER. Estas emisiones evitadas representan las reducciones de emisiones directamente atribuibles a la implementación de la medida, aun cuando el comportamiento agregado del sistema continuó influenciado por factores estructurales y operativos que impidieron que dichas reducciones se reflejaran en una reducción neta agregada frente al escenario de referencia.

En este contexto, y con el propósito de preservar la consistencia del sistema de contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI, las reducciones indirectas asociadas al consumo de electricidad de las medidas de NAMA refrigeración y eficiencia energética del sector industrial se presentan únicamente como partidas informativas, entre paréntesis en la Tabla 3-37, y no se incorporan al total nacional de reducciones reportadas. Este criterio previene la posible doble contabilidad de los beneficios asociados al componente eléctrico, dado que las reducciones directamente atribuibles a la descarbonización de la

generación de electricidad se cuantifican y reportan mediante la metodología desarrollada para la medida Generación eléctrica. De esta manera, los efectos derivados tanto de la reducción del consumo de electricidad como de la incorporación de generación renovable son reconocidos dentro del análisis de la implementación de la NDC, mientras que las reducciones de emisiones se contabilizan una única vez en el conjunto de medidas reportadas.

En la Figura 3-40, se presenta el avance en el cumplimiento de la mitigación asociado a las 14 medidas que contabilizaron reducciones de emisiones para el presente período de reporte. Como fue previamente señalado, en 2020 estas PAM totalizaron 9.487,37 $ktCO_2eq$ de reducciones de emisiones y su implementación sostenida ha permitido un aumento gradual de los resultados de mitigación en los años subsiguientes. De manera notable, se observa el impacto asociado a las acciones para contener la deforestación, las cuales hicieron posible un incremento de los resultados de mitigación en los años 2022 a 2024. En 2020, la mitigación lograda representaba el 11 % del potencial de mitigación de las medidas consideradas, en tanto que, en los años 2022, 2023 y 2024, las reducciones de emisiones logradas correspondían al 49, 57 y 52 % de las reducciones esperadas acumuladas en 2030, respectivamente. Lo anterior, permite inferir que las 14 medidas sobre las que se logró cuantificar mitigación en el presente reporte se encuentran en una trayectoria dirigida a alcanzar las reducciones de emisiones en su potencial acumulado al 2030.



	2020	2021	2022	2023	2024
Resultados logrados	9.487,37	11.547,78	41.467,28	48.690,15	44.579,83
Resultados esperados 2030	85.007,17	85.007,17	85.007,17	85.007,17	85.007,17

Figura 3-40. Comparación de reducción de emisiones acumuladas por las 14 medidas cuantificadas, respecto a su potencial de mitigación acumulado al 2030.

Fuente. Elaboración propia.

3.4.5. Acciones, Políticas y medidas que influyen en las emisiones de GEI procedentes del transporte internacional

El portafolio de mitigación de la NDC 2.0 no incluye Políticas, Acciones o Medidas (PAM) específicamente diseñadas para abordar las emisiones de GEI procedentes del transporte internacional (aviación y transporte marítimo internacional), ni medidas que, dentro de su alcance actual, tengan un impacto directo en estas fuentes. En línea con las directrices de la CMNUCC y del IPCC, este tipo de emisiones se reporta de manera separada en el inventario de emisiones atmosféricas y, en línea con lo comunicado en las NDC 2.0 y 3.0, no forma parte del alcance de las metas nacionales de mitigación.

No obstante, el país reconoce la importancia de reducir las emisiones asociadas a este sector. En este sentido, Colombia continuará explorando oportunidades para contribuir a su reducción, incluyendo la participación en iniciativas globales que promuevan tecnologías y prácticas más sostenibles en el transporte internacional, así como el impulso indirecto a través de políticas nacionales orientadas a la transición energética, la eficiencia energética y el desarrollo de tecnologías bajas en carbono, que pueden generar cobeneficios sobre las emisiones del transporte internacional (por ejemplo, mediante combustibles más limpios o mejoras tecnológicas).

3.4.6. Información sobre la forma en que las acciones, políticas y medidas modifican las tendencias a más largo plazo de las emisiones y absorciones de GEI

En Colombia, la Estrategia Climática de Largo Plazo (E2050) y las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) constituyen el núcleo del marco de política climática que orienta la transformación estructural del país hacia la carbono neutralidad y la resiliencia climática. En conjunto, estos instrumentos permiten articular las acciones de corto, mediano y largo plazo, asegurando que las políticas, acciones y medidas (PAM) no sólo generen reducciones puntuales de emisiones, sino que modifiquen de forma sostenible las trayectorias de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI).

La E2050 establece una visión de largo plazo que implica reducir en un 90 % las emisiones netas de GEI respecto a 2015 y compensar el 10 % restante mediante absorciones al año 2050, configurando una trayectoria de descarbonización profunda que requiere transformaciones estructurales en todos los sectores de la economía. En este contexto, las NDC funcionan como el principal instrumento de implementación progresiva de dicha visión, al traducirla en metas, políticas y medidas concretas en horizontes temporales más cercanos.

Las políticas y medidas incluidas en la NDC 2.0 (2020) marcaron un punto de inflexión en la política climática del país, al establecer una meta de emitir como máximo 169,44 $MtCO_2eq$ en 2030, y consolidar un portafolio de acciones sectoriales alineadas con instrumentos de planificación como los PIGCCS y PIGCCT. Estas medidas contribuyen a desacoplar el crecimiento económico de las emisiones, promoviendo cambios en patrones de producción y consumo, y fortaleciendo capacidades institucionales y territoriales para la gestión del cambio climático.

Con la actualización de la NDC 3.0 (2025), Colombia profundiza este proceso al ampliar el alcance temporal de la acción climática, incrementar la ambición y fortalecer la coherencia con la E2050. Allí, se incorporan medidas transformadoras que inciden directamente sobre los determinantes estructurales de las emisiones y las absorciones. Este nuevo ciclo de políticas consolida un enfoque de transición socioecológica y energética que busca, no solo reducir emisiones, sino también reconfigurar sistemas productivos, energéticos, urbanos y rurales hacia modelos sostenibles y resilientes.

En este sentido, las PAM implementadas tienen efectos diferenciados sobre las trayectorias de largo plazo de emisiones y absorciones. En el componente de emisiones, las medidas en transición energética, eficiencia energética, movilidad sostenible, agricultura sostenible y economía circular contribuyen a reducir la intensidad de carbono de la economía y a evitar el crecimiento tendencial de las emisiones. Estas acciones permiten desplazar progresivamente tecnologías intensivas en carbono, modificar patrones de demanda energética que habiliten la transición fuera de los combustibles fósiles, y promover sistemas de producción más sostenibles. Y, en el componente de absorciones, las políticas orientadas a la protección, restauración y uso sostenible de los ecosistemas, incluyendo la reducción de la deforestación y las soluciones basadas en la naturaleza, fortalecen la capacidad de los sumideros naturales, consolidando el rol de los sectores de Agricultura y LULUCF, como ejes estratégicos para el balance neto de emisiones en el largo plazo.

Las medidas con mayor incidencia sobre las trayectorias de largo plazo son aquellas que transforman la estructura tecnológica, energética o de infraestructura, ya que generan cambios permanentes compatibles con una descarbonización progresiva. Sin embargo, su contribución efectiva depende de minimizar los riesgos de bloqueo tecnológico derivados de inversiones en infraestructura o activos intensivos en carbono; y de asegurar la permanencia de las reducciones mediante condiciones habilitantes, especialmente en las medidas basadas en cambios de prácticas o de comportamiento. En el marco de la NDC de Colombia, se identifica un conjunto de medidas con un alto impacto en las trayectorias de largo plazo y que son detalladas a continuación.

En el sector energía, las medidas de eficiencia energética, gestión de la demanda y generación eléctrica destacan por promover transformaciones en la estructura tecnológica y energética del sistema. Sin embargo, su contribución de largo plazo depende de que el incremento de la demanda energética no reduzca los beneficios esperados y de evitar inversiones que generen dependencia de infraestructura asociada al gas natural, la cual constituye el principal riesgo de bloqueo tecnológico identificado para este sector.

En el sector transporte, las medidas de movilidad eléctrica, ascenso tecnológico de flotas (Fopat), cambio modal hacia el transporte férreo y fluvial, y rehabilitación del corredor férreo La Dorada–Chiriguaná–Santa Marta representan las intervenciones con mayor capacidad transformacional, al modificar la infraestructura y las tecnologías utilizadas para la movilización de pasajeros y carga. Estas medidas generan cambios permanentes en el sistema de transporte y favorecen una transición hacia tecnologías de bajas emisiones. No obstante, se señala que el riesgo de bloqueo tecnológico aumenta cuando las inversiones mantienen tecnologías basadas en combustibles fósiles, particularmente en el transporte férreo o fluvial que continúe utilizando estos energéticos.

Las medidas del sector ambiente relacionadas con la promoción de distritos térmicos, la reducción de emisiones mediante sustitución de HFC y la NAMA para refrigeración doméstica también presentan un impacto significativo sobre las trayectorias de largo plazo debido a que impulsan transformaciones tecnológicas permanentes. En particular, la sustitución de refrigerantes constituye un cambio estructural con reducciones sostenidas, mientras que los distritos térmicos pueden generar riesgos de bloqueo tecnológico cuando su infraestructura depende parcialmente de gas natural.

En el sector industria, existe una diferencia entre las medidas orientadas únicamente a mejorar la eficiencia de los procesos y aquellas que transforman la estructura productiva. Las medidas para la gestión integral de ladrilleras, la implementación de tecnologías de abatimiento en la producción de fertilizantes y los procesos de producción sostenible en el sector cementero presentan un mayor potencial para modificar de manera permanente los procesos industriales, aunque el uso de activos productivos con larga vida útil puede generar riesgos de bloqueo tecnológico si dificultan la adopción futura de tecnologías de cero o bajas emisiones.

Las medidas de vivienda y residuos, enfocadas en el aprovechamiento energético del biogás y la construcción sostenible, también contribuyen a transformar la infraestructura y las tecnologías utilizadas en el sector. Sin embargo, el aprovechamiento de biogás presenta un riesgo asociado a la infraestructura necesaria para su conducción, mientras que la construcción sostenible mantiene un riesgo de bloqueo tecnológico muy bajo.

Por su parte, las medidas de agricultura, restauración ecológica, gestión integral de residuos sólidos y la reducción intersectorial de la deforestación generan transformaciones importantes sobre los sistemas productivos, los usos del suelo o el comportamiento de los actores. No obstante, su impacto de largo plazo depende en mayor medida de la permanencia de las prácticas implementadas y de la existencia de incentivos, fortalecimiento de capacidades y mecanismos de acompañamiento que garanticen la continuidad de las reducciones de emisiones, más que de la incorporación de infraestructura tecnológica.

De manera estructural, estas transformaciones contribuyen a alcanzar el punto máximo de emisiones antes de 2030 y a iniciar una senda descendente sostenida, condición necesaria para cumplir los objetivos de la E2050. La combinación de medidas sectoriales, instrumentos económicos como el impuesto al carbono, y enfoques territoriales, permite intervenir simultáneamente múltiples fuentes de emisión y potenciar sinergias entre mitigación y adaptación. Adicionalmente, el fortalecimiento del marco normativo e institucional, incluyendo la Ley de Acción Climática (Ley 2169 de 2021), la Política Nacional de Cambio Climático y el SISCLIMA, ha sido clave para asegurar que las políticas climáticas tengan carácter vinculante y continuidad en el tiempo, facilitando la implementación efectiva de las PAM y su alineación con las trayectorias de largo plazo.

Asimismo, los presupuestos de carbono constituyen un instrumento clave para orientar y modificar las trayectorias de emisiones y absorciones de GEI en el largo plazo, al establecer límites cuantitativos acumulados coherentes con las metas nacionales de mitigación. En línea con la NDC 2.0, que incorporó el compromiso de definir presupuestos de carbono para el periodo 2020–2030 como herramienta para cumplir la meta de no superar 169,44 $MtCO_2eq$ en 2030, estos presupuestos permiten traducir el objetivo agregado en trayectorias que deberán considerarse en la planificación sectorial y territorial, fortaleciendo la articulación del SISCLIMA y la implementación de medidas de mitigación basadas en la mejor información disponible y en escenarios técnico-económicos robustos. Su adopción en la CICC, a través del Acuerdo 013 de 2024, reconoce la necesidad de estabilizar las emisiones antes de iniciar una reducción efectiva, en coherencia por lo sugerido por el IPCC de comenzar una trayectoria descendente a partir de 2026, consolidándose así un enfoque integral, multisectorial y progresivo, que abarca todos los GEI y sectores, contribuyendo a la coherencia y efectividad de la acción climática con el objetivo de mitigación al 2030, y fortaleciendo la planificación basada en evidencia.

Además, los presupuestos de carbono son referencia para la política climática, permitiendo evaluar y monitorear su cumplimiento bajo criterios de mayor ambición y progresión en el país, al integrar horizontes de política a mediano y largo plazo. En el mediano plazo, los presupuestos de carbono conectan los esfuerzos de la NDC 2.0 con las nuevas metas a 2035 bajo la NDC 3.0, la cual refuerza la necesidad de transformaciones estructurales y coherencia entre metas sectoriales, con un horizonte hacia la carbono-neutralidad; y pretenden

facilitar conexión entre las decisiones de corto y mediano plazo, para que sean compatibles con las trayectorias de reducción profunda de emisiones y fortalecimiento de absorciones requeridas mediante el desarrollo de planes de descarbonización sectorial y la identificación de actores y medidas específicas que aseguren el cumplimiento de los planes.

La coherencia entre instrumentos también se evidencia en la articulación de las medidas de la NDC con las apuestas de la E2050. En la NDC 3.0, el 80,8 % de las medidas se encuentran alineadas con estas apuestas, particularmente en áreas como gobernanza climática, biodiversidad, ciudades-región y matriz energética diversificada. Este nivel de alineación indica que las acciones actuales están diseñadas para generar cambios estructurales consistentes con la visión a 2050, evitando bloqueos tecnológicos o trayectorias incompatibles con la descarbonización profunda.

En conjunto, las políticas, acciones y medidas adoptadas por Colombia están modificando gradualmente la trayectoria de emisiones y absorciones, pasando de una tendencia creciente hacia una trayectoria de estabilización y posterior reducción sostenida. No obstante, el país reconoce que el nivel actual de implementación aún debe fortalecerse para cerrar la brecha hacia la carbono-neutralidad, lo que implica continuar incrementando la ambición, acelerar la ejecución de medidas y ampliar el portafolio de acciones transformadoras en los próximos ciclos de actualización de la NDC.

3.4.7. Información detallada sobre la evaluación de las consecuencias económicas y sociales de las medidas de respuesta

Colombia ha desarrollado un enfoque integral para la evaluación de las consecuencias económicas y sociales de las medidas de respuesta asociadas a la implementación de la NDC 3.0, considerando tanto impactos positivos como adversos, en línea con las mejores prácticas internacionales y los enfoques promovidos en el marco de la CMNUCC. El país se encuentra en desarrollo de un estudio con el propósito de identificar, anticipar y caracterizar los impactos positivos y adversos de las medidas de respuesta de la NDC 3.0 desde tres dimensiones complementarias: ambiental, económica y social. Si bien este estudio se encuentra aún en ejecución, se describen algunos de sus resultados preliminares.

Como se mencionó, este análisis se estructura en tres dimensiones interrelacionadas: económica, social y ambiental. Se centra en la identificación, caracterización y, cuando es posible, cuantificación de efectos sobre variables clave como empleo, ingresos, competitividad, bienestar social, acceso a servicios y condiciones territoriales.

La evaluación económica incorpora una arquitectura metodológica por niveles que permiten adaptar el análisis a la disponibilidad de información y a la materialidad de los impactos. Una capa estándar que aplica a todas las medidas se encuentra basada en fichas homogéneas de costos, beneficios, riesgos y supuestos; a su vez, una capa complementaria, activada para medidas con impactos significativos en empleo, inversión o productividad; y, finalmente, una capa avanzada, que incluye modelos económicos más complejos (por ejemplo, equilibrio general computable o matrices insumo-producto), condicionada a la disponibilidad de datos. Este enfoque permitirá analizar, entre otros aspectos, la generación y disminución de empleo; reconversión sectorial y laboral; cambios en la productividad y competitividad; impactos sobre la inversión y los flujos financieros; así como distribución de costos y beneficios entre regiones y grupos poblacionales.

En la dimensión social, el análisis adopta un enfoque basado en derechos humanos, que reconoce que una transición climática ambiciosa puede generar riesgos sociales si no se acompaña de políticas inclusivas. Este enfoque incorpora consideraciones de pobreza y desigualdad; evaluación de empleo y trabajo decente; enfoques de género e inclusión diferencial; análisis de cohesión territorial y étnica; e impactos en salud y calidad de vida. La metodología combina herramientas cuantitativas y cualitativas, incluyendo encuestas, entrevistas, grupos focales y estudios de caso; y se apoya en información oficial nacional (por ejemplo, del DANE). Asimismo, se integran principios como el Consentimiento Libre, Previo e Informado (CLPI) y la protección de comunidades vulnerables en el contexto de la transición climática.

Hasta el momento, el análisis bajo desarrollo ha evidenciado que las medidas de la NDC pueden generar cobeneficios significativos, tales como mejora en la calidad del aire y la salud pública; generación de empleo verde; y fortalecimiento de la resiliencia social y territorial. No obstante, también puede generar riesgos potenciales, que incluyen desplazamiento laboral en sectores intensivos en carbono; impactos distributivos diferenciados entre regiones y poblaciones; así como barreras de implementación asociadas a capacidades institucionales y acceso a financiamiento. Por lo tanto, Colombia ha integrado explícitamente el enfoque de transición justa como uno de los principios rectores en su NDC 3.0, orientado a maximizar los beneficios sociales de la acción climática y minimizar sus efectos adversos, mediante políticas complementarias de inclusión, formación laboral, fortalecimiento institucional y participación de actores.

Para este análisis, aún en desarrollo, el país ha identificado y priorizado un conjunto de medidas climáticas estratégicas (15 medidas priorizadas de un total de 101 identificadas, derivadas de la NDC 3.0, los PIGCCS, la Hoja de Ruta de Transición Energética Justa y varios documentos CONPES) a través de un taller participativo intersectorial con 61 representantes de entidades públicas,

cooperación internacional, sociedad civil y gremios productivos. Las medidas priorizadas para el análisis en construcción se presentan en la Tabla 3-38.

Tabla 3-38. Listado de medidas climáticas priorizadas para análisis de consecuencias económicas y sociales de las medidas de respuesta.

TIPO	NOMBRE DE LA MEDIDA
Sectorial	Acciones para aumentar las absorciones de GEI, mediante la promoción de cultivos agro-energéticos y aprovechamiento de biomasa residual para la producción de biocombustibles y bioenergía
Sectorial	Reducción de quemas agrícolas
Sectorial	Eficiencia energética
Sectorial	Generación eléctrica
Sectorial	Reducción de emisiones fugitivas de CH_4 en petróleo, gas y carbón
Sectorial	Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector industria
Sectorial	Reconversión tecnológica en la industria de ladrilleras
Sectorial	Fondo para la promoción del ascenso tecnológico - Fopat
Sectorial	Movilidad eléctrica
Sectorial	Gestión integral de residuos sólidos – Girs
Sectorial	Aprovechamiento energético del biogás en el tratamiento de aguas residuales
Sectorial	Construcción sostenible
Sectorial	Restauración ecológica
Sectorial	Reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos
Sectorial	Reducción intersectorial de la deforestación

Fuente: Elaboración propia

3.5. Resumen de Emisiones y Absorciones de GEI

Entre los años 1990 y 2024, las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) en Colombia aumentaron un 23%, alcanzando 276.732,8 kt CO_2eq en 2024. Este incremento responde principalmente al crecimiento en sectores como energía, agricultura, residuos e industria, los cuales han mostrado un aumento

significativo en sus emisiones. En contraste, el sector de Usos del suelo y Cambios en los usos del Suelo y Silvicultura (LULUCF) ha experimentado una reducción en sus emisiones, logrando el nivel más bajo de emisiones en el año 2023.

Se marca un cambio hacia un perfil de emisiones en Colombia más asociado a combustibles fósiles que a los cambios de los usos del suelo, como históricamente se presentaba en Colombia. Es la primera vez que el sector Energía emite más emisiones de GEI que el sector LULUCF, presentándose este cambio desde el 2022, cuando las emisiones en el sector energía han venido aumentando a una tasa promedio de 4,3%. Energía aporta el 38,1% de las emisiones de GEI. Las actividades que más aportaron a las emisiones en energía fueron los subsectores de transporte terrestre y quema de combustibles para la generación eléctrica. Esto también ocurre porque en los años más recientes (2022-2024), las emisiones del sector LULUCF disminuyeron como consecuencia de la reducción de la deforestación, favorecida por el fortalecimiento de las estrategias de conservación basadas en la naturaleza y las comunidades, la implementación de acuerdos de conservación y una mayor acción institucional para el control de las actividades ilegales que impulsan la pérdida de bosque.

En 2024, las emisiones brutas totales alcanzaron los 297.058,7 kt CO_2eq, mientras que las absorciones de CO_2 en el mismo año fueron de -20.325,9 kt CO_2eq, generadas principalmente por tierras forestales y pastizales, las cuales funcionan como sumideros de carbono. Esto permite que el sector de LULUCF compense parcialmente las emisiones a nivel nacional, siendo el único sector con aporte a las absorciones nacionales.

Finalmente, en 2024, el CO_2 representó el 64,2% de las emisiones netas, seguido por el metano (CH_4) con 30,4% y el óxido nitroso (N_2O) con 3,5%. La participación de los gases fluorados (HFC, PFC, SF6) aumentó en los últimos años debido a su creciente uso en refrigeración y aire acondicionado y en procesos industriales, aunque en menor proporción. Este panorama refleja tanto el impacto de las prácticas de uso de la tierra como el rol de los sectores económicos en la evolución de las emisiones y absorciones de GEI en el país.

Para obtener más información sobre las emisiones antropogénicas por fuentes y la absorción antropogénica por sumideros de GEI, Carbono Negro y contaminantes criterio, consulte el Informe del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas. Este capítulo ofrece un análisis detallado de las fuentes de emisión y absorción en Colombia durante el período 1990-2024.

En la Tabla 3-39 se presenta la información de las emisiones y absorciones para el período de reporte 2020 – 2024 desagregada por sectores y totalizada para el consolidado nacional.

Tabla 3-39. Resumen de emisiones y absorciones para el período 2020 - 2024

Sector	Emisiones (e)/ absorciones (a)	Años del periodo de reporte				
		2020	2021	2022	2023	2024
Energía	E($ktCO_2eq$)	61.215,08	59.411,00	61.491,19	66.590,59	69.286,64
	A($ktCO_2eq$)	0	0	0	0	0
Transporte	E($ktCO_2eq$)	25.784,80	33.545,93	38.785,69	37.734,82	36.019,53
	A($ktCO_2eq$)	0	0	0	0	0
IPPU	E($ktCO_2eq$)	10.711,65	11.342,70	12.681,82	12.273,36	11.669,23
	A($ktCO_2eq$)	0	0	0	0	0
Agricultura	E($ktCO_2eq$)	56.187,07	55.163,33	56.609,12	57.104,49	58.033,36
	A($ktCO_2eq$)	0	0	0	0	0
LULUCF	E($ktCO_2eq$)	119.720,71	119.728,19	96.218,42	79.583,77	96.067,72
	A($ktCO_2eq$)	-21.854,97	-22.691,89	-22.242,92	-21.343,69	-20.325,91
Residuos	E($ktCO_2eq$)	23.584,25	23.740,93	25.362,55	25.103,74	25.982,20
	A($ktCO_2eq$)	0	0	0	0	0
Consolidado Nacional	E ($ktCO_2eq$)	297.203,59	302.932,12	291.148,82	278.390,80	297.058,71
	A ($ktCO_2eq$)	-21.854,97	-22.691,89	-22.242,92	-21.343,70	-20.325,91
	Emisiones netas	275.348,62	280.240,22	268.905,89	257.047,10	276.732,80

Fuente: Elaboración propia

3.6. Proyecciones de emisiones y absorciones de GEI de Colombia

Colombia comunica las proyecciones de emisiones de GEI en con el propósito de mostrar las tendencias a futuro de las emisiones y absorciones de GEI, tomando en cuenta las metas aspiracionales de la implementación del escenario con políticas y medidas de mitigación. Sin embargo, estas proyecciones no deben utilizarse para evaluar los progresos alcanzados en la aplicación y el cumplimiento de la NDC de Colombia, conforme a lo establecido en el párrafo 93 de las MPG.

Aplicación de Flexibilidad en la Comunicación de Proyecciones de GEI: Colombia, en cumplimiento de los compromisos establecidos presenta el estado actual de sus proyecciones de GEI y el uso de flexibilidad de acuerdo con las disposiciones establecidas para las Partes que son países en desarrollo descritas en el párrafo 102 de las MPG y con respecto a: la presentación de la proyección de los

indicadores principales de carbono negro, deforestación y presupuesto de carbono.

En atención a la disposición del párrafo 94 de las MPG, Colombia presenta una proyección "con medidas" de todas las emisiones y absorciones de GEI, acompañada de una proyección "sin medidas" para las categorías de emisión contabilizadas en el inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas. Así mismo, en atención a la flexibilidad descrita en el párrafo 102, el país no presenta una proyección "con medidas adicionales" dadas las capacidades, disponibilidad de información y recursos técnicos para inclusión de medidas adicionales en el instrumento de proyecciones que informa el subcapítulo. En futuro ciclos de evaluación el país prevé la comunicación de este escenario.

Así mismo, en consideración de la flexibilidad establecida en el párrafo 95 de las MPG, aplicable para las Partes que son países en desarrollo, Colombia, a la luz de sus capacidades, comunica sus proyecciones hasta el término de la NDC3.0 comunicada en 2025. En este sentido, las proyecciones serán comunicadas hasta el año 2035, que corresponde al año final del periodo de implementación de la siguiente NDC.

La proyección de emisiones y absorciones de GEI presentada en esta sección, toma como base los datos del inventario de GEI que se comunicó con el BTR1, en este sentido, el año de partida es el 2021. Desde el año 2022 se realizan las proyecciones en atención a los drivers de crecimiento que se detallan más adelante. En consideración de la disposición del párrafo 102, el país emplea una cobertura temporal y un año de partida diferente al del informe del inventario nacional comunicado en el presente BTR, reconociendo las limitaciones en términos de capacidades y recursos técnicos que permitan alinear el ejercicio de proyecciones de emisiones y absorciones con las estimaciones del inventario nacional.

Por otro lado, el análisis de sensibilidad se presenta para el escenario de referencia y condiciones de bajo crecimiento económico (menor PIB) y baja deforestación. Dadas las características de la modelación, esto afecta únicamente a algunas categorías, como se detalla más adelante en la sección dedicada a este tema. Por lo anterior, el país aplica la flexibilidad descrita en el párrafo 102, y presenta un análisis de sensibilidad con una cobertura menos detallada. Se reiteran igualmente las circunstancias y condiciones de la modelación mencionadas con anterioridad, haciendo énfasis en la necesidad de contar con un modelo que centralice de forma más eficaz la información de las proyecciones, y que permita ampliar el efecto del análisis de sensibilidad a las categorías no consideradas actualmente, tal y como se menciona en el plan de mejora del capítulo. El país buscará en los próximos ciclos, presentar un análisis con un mayor nivel de cobertura e incluyendo variables como el crecimiento poblacional.

3.6.1. Proyección con medidas de todas las emisiones y absorciones de GEI. Proyección con medidas adicionales y una proyección sin medidas

Colombia comunica las proyecciones de emisiones de GEI en su BTR2 con el propósito de mostrar las tendencias a futuro de las emisiones y absorciones de GEI. Estas proyecciones no deben utilizarse para evaluar los progresos alcanzados en la aplicación y el cumplimiento de la NDC de Colombia, conforme a lo establecido en el párrafo 93 de las MPG, y en consideración de las características, alcances y temporalidades definidas para las metas nacionales de mitigación comunicadas en el marco de las NDC.

La Tabla 3-40 presenta las proyecciones de emisiones netas para los gases de efecto invernadero: CO_2, CH_4, N_2O, HFC y PFC para el escenario "sin medidas" y para el escenario "con medidas" para los años 2025, 2030 y 2035 y para los sectores de energía, transporte, IPPU, agricultura, LULUCF y residuos. Las emisiones de NF_3 no se reportan en el inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas porque no se encuentra registro de emisiones de este gas para el periodo 1990 - 2024.

Los valores de HFC y PFC reportados en el inventario de la Tabla 3-40 no son estrictamente comparables con los valores proyectados. Esto se debe a que las estimaciones realizadas en el inventario del BTR2 fueron calculadas con los potenciales de calentamiento global del AR5, mientras que las proyecciones de los escenarios WM y WOM utilizaron los potenciales del AR6. Este último criterio se adoptó para mantener consistencia con la Resolución 130 de 2024 del Ministerio de Ambiente, que define la línea base, los cupos anuales de importación de HFC y las proyecciones de consumo y emisiones asociadas a sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Tabla 3-40. Proyección de emisiones netas de GEI en el escenario sin Medidas (WOM) y con Medidas (WM) desagregadas por sector y Gases de Efecto Invernadero.

Sector	Inventario		Emisiones proyectadas (kt CO_2eq)					
	(kt CO_2eq)		Sin medidas			Con medidas		
	2020	2024	2025	2030	2035	2025	2030	2035
Total nacional con LULUCF	275.349	276.733	305.380	328.170	350.370	270.490	235.830	230.860
Total nacional sin LULUCF	177.483	200.991	218.190	242.380	264.570	204.260	214.290	224.060
SECTORES								
Energía	61.215	69.287	61.320	68.130	72.860	50.760	51.210	55.510
Transporte	25.785	36.020	48.250	56.230	65.120	46.580	49.780	50.180

Sector	Inventario		Emisiones proyectadas (kt CO_2eq)					
	(kt CO_2eq)		Sin medidas			Con medidas		
	2020	2024	2025	2030	2035	2025	2030	2035
IPPU	10.712	11.669	16.270	17.930	19.090	15.730	16.220	15.490
Agricultura	56.187	58.033	63.840	69.010	74.260	63.790	67.710	71.750
Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF)	97.866	75.742	87.190	85.790	85.790	66.230	21.540	6.810
Residuos	23.584	25.982	28.500	31.090	33.250	27.400	29.370	31.120
GASES								
CO_2 incluyendo LULUCF	180.557	177.796	193.220	209.740	224.400	164.510	125.100	115.810
CO_2 excluyendo LULUCF	82.786	102.231	106.910	124.930	139.590	99.160	104.540	109.980
CH_4 incluyendo LULUCF	80.125	84.030	89.530	94.770	101.210	83.960	88.540	93.540
CH_4 excluyendo LULUCF	80.040	83.880	88.850	94.010	100.450	83.270	87.790	92.780
N_2O incluyendo LULUCF	10.404	9.812	13.760	14.780	15.860	13.160	14.160	15.210
N_2O excluyendo LULUCF	10.394	9.786	13.560	14.560	15.640	12.960	13.940	14.990
HFC's[1]	4.077	4.864	8.650	8.650	8.650	8.650	7.790	6.060
PFC's	0,50	0,46						
SF6	180	230	210	230	240	210	230	240
Brecha de ambición						No aplica	66.386	75.864 - 69.864

1. Las proyecciones de emisiones de HFCs y PFCs se presentan de manera combinada en la fila de HFCs
2. Frente a la meta de 169.440 kt CO_2eq.
3. Frente a la meta entre 155.000 y 161.000 kt CO_2eq

Fuente: Adaptado de (Atmosphere Alternatives, GIZ, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025).

La Figura 3-41 muestra las proyecciones de los escenarios "sin medidas" (WOM) en color naranja, "con medidas" (WM) en color azul y el escenario de objetivo de mitigación en color negro. También muestra los resultados históricos del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas en color verde oscuro. Estas proyecciones abarcan el marco temporal de la NDC 3.0 finalizando en 2035, por lo que el país se acoge a la flexibilidad de que trata el parágrafo 95 de las MPG respecto al horizonte de proyección de 15 años y hasta un año que termine en cero o cinco.

La Figura 3-41 presenta las proyecciones de emisiones netas de GEI para los escenarios "sin medidas" (WOM), representado en color naranja, y "con medidas" (WM), en color azul, así como las metas de mitigación para 2030 y 2035, indicadas

en color negro. La Figura 3-41 también presenta los resultados del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas comunicados en el presente BTR, representados en color verde oscuro, y las trayectorias de los escenarios WOM y WM reportadas en el BTR1, mostradas mediante líneas en tonos claros.

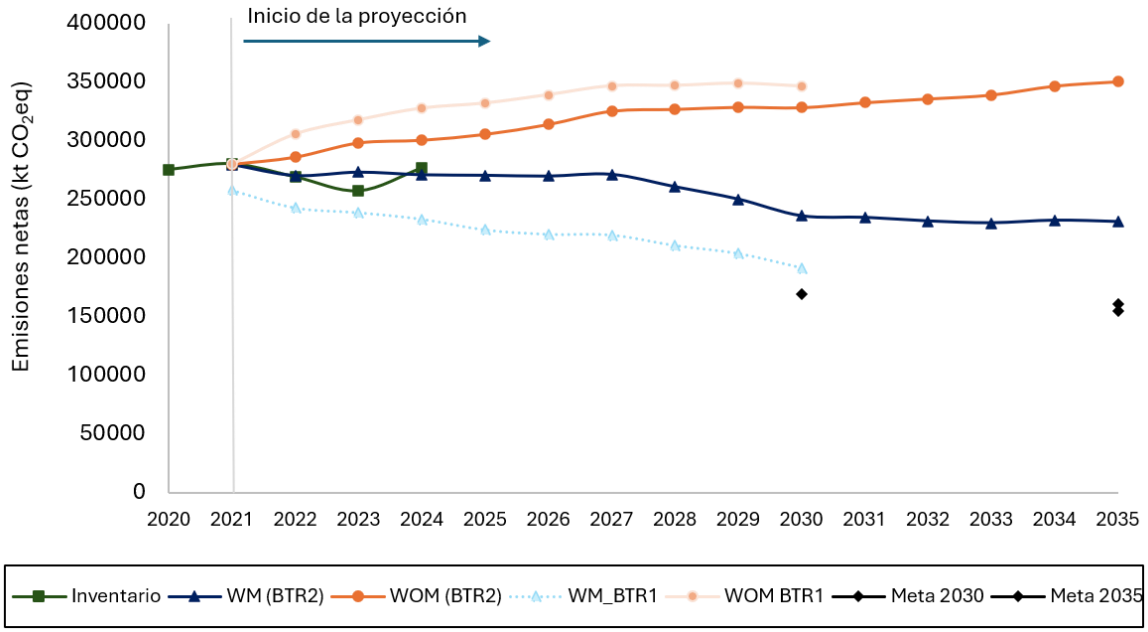


Figura 3-41. Proyecciones de emisiones netas de GEI para Colombia en el periodo 2020 -2035 considerando los escenarios sin medidas (WOM), con medidas (WM) y objetivo de mitigación.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del inventario presentados en la Figura 3-41 muestran variaciones durante el periodo 2020 a 2024, con una disminución de las emisiones netas entre 2021 y 2023 y un posterior aumento en 2024. Este último valor se aproxima al total registrado en 2021.

La actualización del escenario sin medidas (WOM) reduce la expectativa de crecimiento de las emisiones netas de GEI en Colombia frente a la trayectoria presentada en el BTR1. No obstante, el escenario mantiene una tendencia creciente y alcanza aproximadamente 328.000 kt CO_2eq en 2030.

En el escenario con medidas (WM), la trayectoria del BTR2 presenta una reducción más gradual que la reportada en el BTR1. En la interpretación de este resultado, debe tenerse en cuenta que en el escenario WM del BTR2 no se incluyó la medida de generación y aprovechamiento de biogás en instalaciones de rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales. Adicionalmente, se realizaron ajustes en los parámetros de modelación de la Medida de Restauración forestal, ajustando el año de inicio de la observación de la reducción de emisiones de GEI.

De igual forma que en las proyecciones comunicadas en el BTR1, con las medidas incorporadas en el escenario WM del BTR2, no se alcanza la meta establecida para 2030 de 169.440 ktCO_2eq. La brecha entre la trayectoria proyectada y la meta es cercana a 66.000 kt CO_2eq en 2030 y se amplía hasta aproximadamente 75.000 kt CO_2eq en 2035. Estos resultados evidencian la necesidad de desarrollar un escenario con medidas adicionales que permita definir una trayectoria coherente con el cumplimiento del indicador 1 de la NDC.

La Figura 3-42 muestra la tendencia de la proyección de emisiones para los sectores de energía; transporte; procesos industriales y uso de productos (IPPU); agricultura, silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF, por sus siglas en inglés); y residuos, para los escenarios sin medidas (WOM) y con medidas de mitigación (WM).

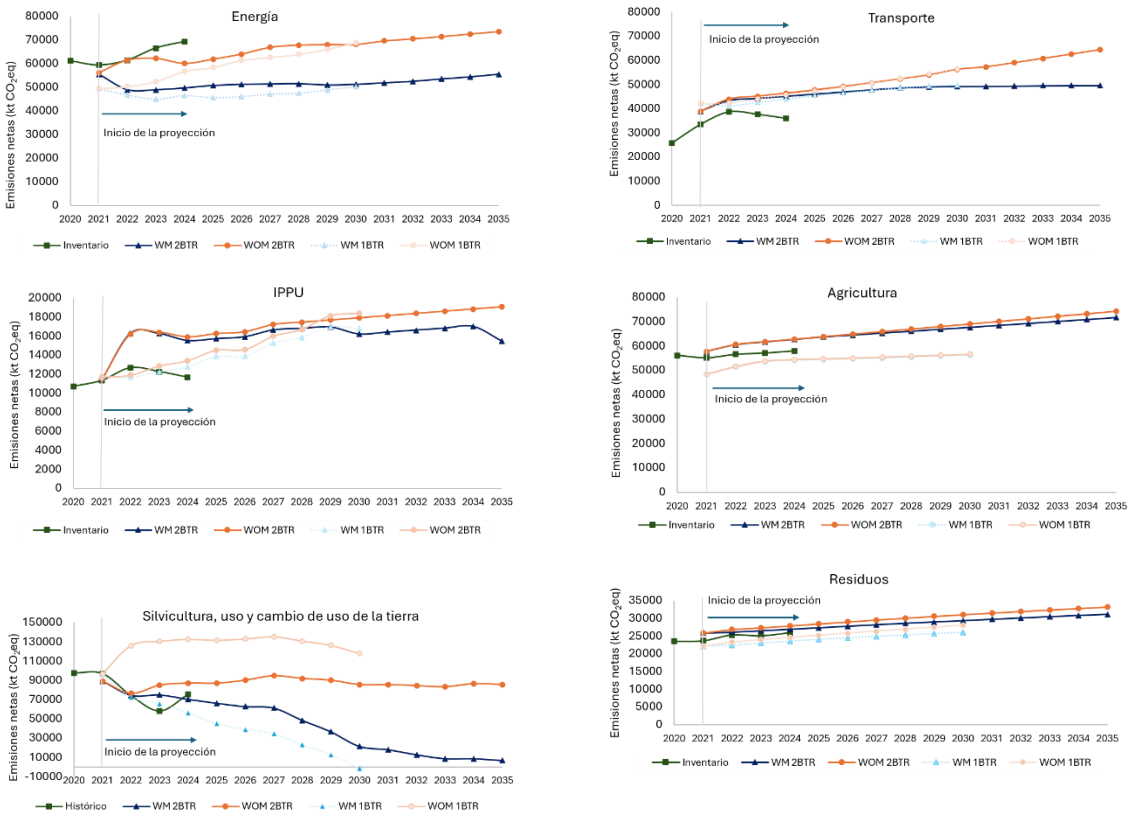


Figura 3-42. Proyecciones de emisiones netas de GEI desagregadas por sector en el periodo 2020 - 2035 considerando los escenarios sin medidas (WOM) y con medidas (WM).

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe la tendencia observada para cada uno de los sectores presentado en la Figura 3-43.

- Energía: Se ajustó el punto de partida de la proyección del sector energía para 2021, de 49.000 kt CO_2eq en el BTR1 a 56 000 kt CO_2eq en el BTR2, valor más cercano al estimado en el inventario actualizado del BTR2, de 59 000 kt CO_2eq. También, se recalcularon las trayectorias proyectadas. En el escenario sin medidas (WOM), el BTR2 mantiene una tendencia creciente, pero con una pendiente menor frente a la proyectada en el BTR1; aun así, ambos reportes convergen hacia 2030 en valores cercanos a 68.000 kt CO_2eq. En el escenario con medidas (WM), el BTR2 presenta una trayectoria relativamente estable entre 2022 y 2030, mientras que el BTR1 proyectaba reducciones más pronunciadas, con valores cercanos a 51 000 kt CO_2eq hacia 2030. Sin embargo, se observa que las emisiones calculadas en el inventario del BTR2 para el periodo 2022–2024 son superiores a las proyectadas en el escenario WOM.
- Transporte: Las emisiones proyectadas del BTR2 inician en 2021 con un valor cercano a 38 000 kt CO_2eq, similar al punto de partida del BTR1, de 42 000 kt CO_2eq. Las trayectorias de los escenarios WM y WOM son muy similares entre ambos ciclos de reporte, debido a la permanencia de los supuestos utilizados en la modelación. Se observa positivamente que las emisiones del inventario para 2024 son inferiores a las proyectadas en el escenario WM, alcanzando cerca de 36 000 kt CO_2eq, frente a un valor proyectado de 45.000 kt CO_2eq para ese mismo año.
- IPPU: Las emisiones del año de partida no presentan cambios significativos entre el BTR1 y el BTR2. Sin embargo, las trayectorias proyectadas fueron ajustadas: en el BTR1 se estimaba una tendencia creciente para los escenarios WM y WOM, aunque con una pendiente menor a la obtenida en la modelación del BTR2. En el BTR2, el escenario WOM presenta un crecimiento más pronunciado entre 2021 y 2023, mientras que el escenario WM evidencia resultados de mitigación a partir de 2030, aunque mantiene una tendencia creciente hasta 2034. No obstante, se observa positivamente que las emisiones estimadas en el inventario del BTR2 para 2023 y 2024 son inferiores a las proyectadas tanto en el BTR1 como en el BTR2.
- Agricultura: Se ajustó el valor de inicio de la proyección para 2021 a cerca de 57.000 kt CO_2eq, que es un valor próximo al registrado en el inventario del BTR2 para 2021 (59.000 kt CO_2eq). Las trayectorias de los escenarios WM y WOM mantienen una tendencia similar entre el BTR1 y el BTR2. Las emisiones estimadas en el inventario del BTR2 son superiores a las proyectadas en el BTR1, aunque se mantienen relativamente estables, en torno a 57.000 kt CO_2eq.
- Silvicultura: En este sector se observan cambios relevantes entre las trayectorias modeladas en el BTR1 y el BTR2. El punto de partida de la modelación es ligeramente menor en el BTR2, con aproximadamente 89.000 kt CO_2eq, frente a cerca de 96.000 kt CO_2eq en el BTR1. No obstante, el valor estimado en el inventario del BTR2 para 2021, cercano a 97.000 kt CO_2eq, se aproxima más al punto de partida utilizado en el BTR1.

- En el escenario WOM, el BTR2 presenta una trayectoria relativamente estable e inferior a la proyectada en el BTR1. En el escenario WM, ambos reportes muestran una disminución progresiva de las emisiones netas; sin embargo, la reducción proyectada en el BTR2 es menos acelerada que en el BTR1, debido a ajustes en los parámetros de modelación de las medidas del sector.
- Al comparar con el inventario, se observa que las emisiones netas disminuyen hasta cerca de 58.000 kt CO_2eq en 2023, pero aumentan nuevamente a aproximadamente 75.000 kt CO_2eq en 2024. Esta dinámica reciente no se refleja en ninguna de las trayectorias modeladas, lo que evidencia la necesidad de revisar los supuestos de proyección del sector.
- Residuos: Las trayectorias proyectadas para el sector residuos mantienen una tendencia creciente en los escenarios WOM y WM, tanto en el BTR1 como en el BTR2. En el inventario del BTR2, las emisiones de 2021 fueron cercanas a 23.000 kt CO_2eq, mientras que la modelación inició alrededor de 25.000 kt CO_2eq.

La tendencia observada en el inventario muestra un aumento de las emisiones hasta 2024, comportamiento consistente con las trayectorias modeladas. No obstante, los valores observados se ubican por encima de las proyecciones del BTR1 y por debajo de las estimadas en el BTR2, lo que sugiere que la modelación actualizada captura adecuadamente la tendencia de las emisiones del sector.

La Figura 3-43 presenta las proyecciones de emisiones netas desagregadas por GEI para el escenario con medidas, a la izquierda la gráfica incluye las emisiones de LULUCF y a la derecha las excluye, donde se destaca que las emisiones de CO_2 disminuyen solo si se tienen en cuenta las medidas del sector LULUCF, y excluyendo este sector solo se observa la tendencia a aumentar las emisiones de CO_2, tanto en el inventario como en las proyecciones. Para los demás gases (CH_4, N_2O, HFC y SF_6) las trayectorias son prácticamente iguales al incluir o excluir silvicultura, dado que el efecto principal del sector se refleja sobre el balance neto de CO_2.

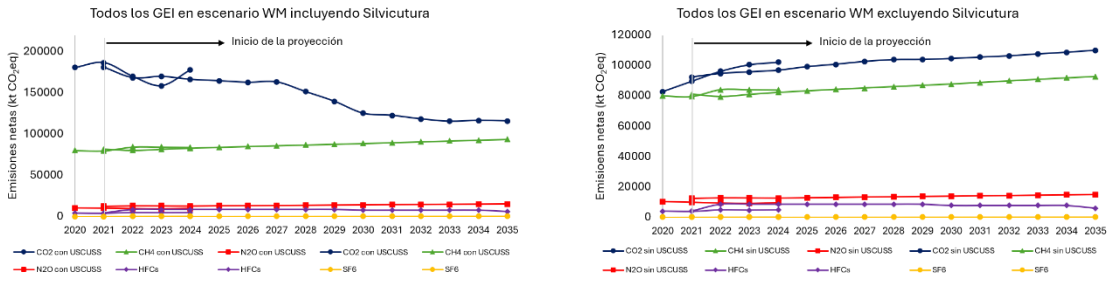


Figura 3-43. Proyecciones de emisiones desagregadas por GEI en el periodo 2020 - 2035 para el escenario con medidas (WM).

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Metodologías, modelos y enfoques utilizados y los principales parámetros y supuestos de base empleados para las proyecciones

Para la construcción de los escenarios "sin medidas" (WOM) y "con medidas" (WM) de las categorías energía, transporte, IPPU, LULUCF y residuos se usó la herramienta LEAP (Low Emissions Analysis Platform - Plataforma de análisis de bajas emisiones) desarrollada por el Instituto Ambiental de Estocolmo (SEI, por sus siglas en inglés), adaptando para el caso de las últimas dos categorías la estructura del modelo para que incorpore los flujos de información aplicados al inventario nacional. Así mismo, para la categoría de Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra se emplearon hojas de cálculo externas para la modelación y proyección de los escenarios WOM y WM, los resultados en emisiones netas se migraron al modelo centralizado generado en LEAP.

Las proyecciones se han desarrollado para la mayoría de las subcategorías del inventario de GEI comunicado en el marco del BTR1 y hasta el año 2035. La información histórica empleada para estimar las emisiones proyectadas incluyó las variables sociodemográficas y macroeconómicas para el periodo 2010 a 2021. Adicionalmente se incluyó la información usada para estimar el Inventario de Gases de Efecto Invernadero para los años 2010 y 2021, con el nivel de detalle reportado en el BTR1, que aplicó las directrices del IPCC y los refinamientos respectivos. La Tabla 3-41 muestra las características de los escenarios modelados.

Tabla 3-41. Características de los escenarios del modelo NDC3.0

Current o actual	Se emplean las estimaciones del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero comunicado en el BTR1 como fuente de datos históricos y para el periodo 2010-2021. Es necesario mencionar que, para algunas categorías, la estructura de la modelación incluyó desagregaciones comunicadas en el tercer reporte bienal de actualización (BUR3) o mejoras debidas a la inclusión de información detallada para algunos sectores. Existen diferencias en los enfoques de modelación frente al inventario de GEI comunicado en el marco del BTR1, ya que, como se ha expresado con anterioridad y como se detalla en el plan de mejora de esta sección, el país cuenta con una oportunidad frente a la alineación de los procesos de estimación del inventario y generación de proyecciones que partan del año más reciente tal y como se estipula en la MPG 95. Resumen de principales supuestos: Energía: El modelamiento de esta categoría utiliza el Balance Energético Nacional tanto en demanda como oferta de energía, que es la misma fuente de información que utiliza el inventario de GEI, por ende, no se esperan diferencias significativas. Además, los consumos de energía en industria, hogares, comercio e institucional se desagregan por usos. De manera complementaria, se incorporan emisiones de carbono negro a esta categoría. Transporte: Los consumos de energía en transporte utilizan el Balance Energético Nacional que es la misma fuente de información del Inventario de GEI. Además, para el caso de transporte terrestre, estos consumos se modelan con un enfoque de *stock*, caracterizando las tipologías vehiculares a partir de datos nacionales de flotas y ventas de vehículos, junto a su respectiva actividad y eficiencia de

	combustible por tipología vehicular. Además, se incorporaron emisiones de carbono negro a estas subcategorías. IPPU: El modelamiento de IPPU se configura en todas sus categorías para replicar las emisiones históricas del inventario de GEI, incluidas las emisiones resultantes por el consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono (2F). Agricultura: El escenario *current* de la modelación mantiene una estructura consistente con el inventario de GEI (BTR1), y proyecta las emisiones de las subcategorías 3.A. Fermentación entérica, 3.B. Gestión del estiércol 3.C. Cultivo de arroz, 3.D. Suelos agrícolas, 3.G. Encalado y 3.H. Aplicación de urea. La reconstrucción de la información histórica muestra un comportamiento y tendencia consistentes y dentro del rango de incertidumbre estimado para el inventario. La categoría no contó con desagregaciones adicionales o diferentes a las definidas en el inventario. Silvicultura, usos y cambios de uso del suelo (LULUCF): El escenario *current* de la modelación mantiene una estructura consistente con el inventario de GEI (BTR1) para las subcategorías 4.A. Tierras forestales, 4.B. Cultivos, 4.C. Pastizales, 4.D. Humedales, 4.E. Asentamientos, 4.F. Otras tierras y 4(IV). Quema de biomasa. La modelación incluyó la información histórica de la subcategoría 4.G. Productos de la madera recolectada. La reconstrucción del escenario histórico se realizó de manera externa y se identificaron diferencias en las emisiones de las categorías 4B con subestimación a lo largo del periodo, 4F con subestimación desde 2016, sin embargo, los comportamientos y tendencias se mantienen en los dos casos. Para la subcategoría 4(IV) se identificó sobreestimación entre 2016-2018 y subestimación entre 2019-2021, con diferencias en la tendencia de las emisiones desde 2016. Residuos: Para el escenario *current* la modelación mantiene una estructura consistente con el inventario de GEI (BTR1), proyectando las emisiones en las subcategorías 5.A. Eliminación de residuos sólidos, 5.C. Incineración e incineración abierta de desechos y 5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales. El modelo incluye adicionalmente la estructura de cuantificación para la subcategoría 5.B Tratamiento biológico de desechos sólidos, sin embargo, no se cuantifican emisiones históricas por la falta de información detallada, en consistencia con los inventarios comunicado. Así mismo, el BTR1 cuantificó las emisiones por recuperación de metano del relleno sanitario doña Juana y contabilizadas en la categoría 5.A, estas no fueron incluidas en la modelación.
Sin medidas (WOM) Escenario de referencia en el modelo.	Escenario proyectado de emisiones para el periodo 2022-2035 e indicativo para el periodo 2036-2050. Variables impulsoras de crecimiento: Proyección de población a 2050 según la información oficial del DANE a nivel nacional y departamental. Crecimiento del PIB según el Marco Fiscal de Mediano Plazo publicado por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2025), teniendo en cuenta los históricos de las cuentas nacionales del (DANE, 2025). Participación sectorial en el PIB según las proyecciones realizadas por DNP desde el MEG4C (2025) (Ministerio de Hacienda y crédito público, 2025). Proyección de número de cabezas según el estudio desarrollado por (CIPAV et al., 2025). Hectáreas deforestadas de acuerdo con el Informe anual del monitoreo de bosque y la deforestación, publicado por el IDEAM, (2025), junto las proyecciones a 2040 remitidas desde la entidad y generadas para el proceso de formulación de la NDC3.0. Resumen de principales supuestos: Energía: la demanda se proyecta con base en las variables impulsoras de cada sector y el supuesto que no se implementan las medidas ni cambios que alteren las tendencias existentes. Los escenarios de producción de petróleo, gas y carbón están basados en el PEN 2022 – 2052 (UPME, 2024) y su escenario tendencial. La capacidad de expansión de la generación eléctrica tiene en cuenta el Plan de Expansión 2025-2039 de la UPME y su escenario de referencia (UPME, 2025).

	Transporte: las emisiones de transporte aéreo, férreo y fluvial se proyectan con el crecimiento del PIB como variable impulsora y el supuesto que no se implementan las medidas ni cambios que alteren las tendencias existentes. Para transporte terrestre, se proyectan las ventas de vehículos con base en el PIB per cápita, y se mantiene constante el porcentaje de participación de dichos vehículos (pasajeros y carga), así como la actividad y la eficiencia de combustible. IPPU: El escenario WOM para la categoría 2F tuvo en cuenta tanto el uso máximo anual de HFC como las reducciones anuales de estos en tCO_2eq que hacen parte del compromiso de Colombia en el Protocolo de Montreal. Para las demás categorías de IPPU, se consideró el crecimiento del PIB sectorial de acuerdo con la subcategoría correspondiente del sector industrial cuando aplique. En algunos casos no se considera crecimiento debido a saturación en la capacidad de producción como es el caso de ácido nítrico y ferroaleaciones. Agricultura: Se asumen tasas de crecimiento del hato ganadero, hectáreas de cultivos, cantidades de nitrógeno, cal y urea aplicadas en suelos agrícolas. El área de histosoles a nivel nacional se asume como constante. Para las proyecciones del crecimiento del hato ganadero y las hectáreas de cultivo de arroz se cuenta con la información obtenida de estudios de (CIPAV et al., 2025). LULUCF: Para el componente de deforestación se asume el escenario del Nivel de Referencia Forestal (NREF))(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & IDEAM, 2024) hasta el año 2027 por bioma y su agregación nacional, luego se toman los datos del modelo logarítmico proyectadas por el IDEAM hasta 2040 para el comportamiento de la deforestación por bioma y su agregación nacional. El dato de área deforestada de 2041 a 2050 se obtiene a partir de una tendencia de los datos proyectados por IDEAM de 2001 a 2040. La desagregación por categoría de la tierra IPCC, estrato de bosque (bosque núcleo y bosque borde), bioma y uso final del suelo, es asignada según el promedio ponderado de la participación (%) de cada ítem en la serie histórica. Las proyecciones de los datos acumulados para plantaciones forestales y cultivos se realizan con base en la relación entre las áreas y años de siembra para la proyección de superficie sembrada y en el caso de áreas de resiembra se estiman de acuerdo con los cambios anuales históricos. Los pastizales se proyectan según la relación de hectáreas requeridas de sistemas silvopastoriles por cabeza de ganado y la proyección del hato ganadero. La proyección de tierras inundadas se realiza según el supuesto de operación de los embalses. La proyección de absorciones por asentamientos debidas al arbolado, la proyección de productos de la madera y la quema de biomasa se realizan empleando el promedio de los últimos 10 años. Residuos: Para las categorías de residuos sólidos se utiliza la tasa de crecimiento poblacional por departamento y el PIB industrial para el caso de residuos peligrosos y líquidos fósiles. Los supuestos de la generación de aguas residuales domésticos y generación de residuos se proyectan directamente con las tendencias de crecimiento de la población nacional o departamental según corresponda. Para la subcategoría 5A1 se emplean los crecimientos poblacionales según la atención departamental de cada sitio de disposición, mientras que para la categoría 5A3 se emplea la tendencia de crecimiento poblacional nacional.
Con medidas (WM, de mitigación)	Escenario de mitigación de emisiones para el periodo 2022-2035, que parte de la implementación del portafolio de medidas sectoriales. Resumen de principales supuestos de las medidas de mitigación por sector: Energía: El escenario WM plantea diferentes tipos de cambios respecto del escenario WOM dependiendo de la naturaleza de la medida en variables tales como: intensidad energética, eficiencia, participación en la canasta de energéticos, e incluso en factores de emisión para el caso de emisiones fugitivas. Por ejemplo, los supuestos de eficiencia energética y otros tanto en la demanda y la oferta se alinean con el escenario de Inflexión y/o disrupción del PEN 2022-2052 (UPME, 2024) según el caso; igualmente, la capacidad de expansión de la generación eléctrica considera el Plan de Expansión 2025-2039 de la UPME y su escenario de descarbonización (UPME, 2025). Transporte: Para el caso de las medidas de transporte aéreo, férreo y fluvial, el escenario WM se traduce principalmente en cambios de la intensidad energética y en la participación de los combustibles. Para el transporte terrestre, se asumen

	cambios en la participación y crecimiento de las ventas de vehículos (incluida la chatarrización en una de las medidas), así como en la actividad y eficiencia de combustibles, dependiendo del caso, según lo acordado con Mintransporte. Además, se incorpora la medida de combustibles sostenibles para la aviación (SAF, por sus siglas en inglés) de acuerdo con datos de Aerocivil. IPPU: El escenario WM aplica principalmente supuestos de reducción de los factores de emisión para los procesos de producción de cemento y ácido nítrico, considerando la información suministrada por el sector. Para la categoría 2F, se tuvo en cuenta los usos máximos anuales de HFC en tCO_2eq según el cronograma del Protocolo de Montreal para Colombia. Agricultura: El escenario WM modela el despliegue de mecanismos para reducir la tasa de generación de CH_4 de la fermentación entérica del ganado por la implementación de mejoras en la dieta, manejo de pasturas, uso de suplementos y aditivos alimenticios. También se modela la reducción de emisiones de metano generadas por la implementación de sistemas silvopastoriles intensivos y no intensivos asociada a mecanismos como la disponibilidad de forraje con mejor calidad nutricional y mayor productividad y bienestar animal. Para la categoría se incluye además la gestión integral del estiércol en sistemas de ganado bovino, lo que genera reducción en las emisiones de metano. Finalmente, se modelan las reducciones de CH_4 por la adopción masiva de tecnologías (AMTEC) en hectáreas de cultivo de arroz. Silvicultura, usos y cambios de uso del suelo: El escenario WM modela la reducción de la deforestación acorde con las metas del gobierno nacional planteadas en el marco de la NDC. Se estiman absorciones generadas por la implementación de sistemas silvopastoriles intensivos y no intensivos, y absorciones por la regeneración de áreas liberadas de la ganadería. Se estiman absorciones por la restauración de hectáreas en el marco de la NAMA panela, el aumento de las remociones en cultivos de café y cacao, y el establecimiento de plantaciones forestales comerciales. Residuos: El escenario WM modela la reducción de la cantidad de residuos que llegan a relleno sanitario por recuperación y redistribución de alimentos excedentes y la implementación de tratamiento mecánico biológico y aprovechamiento de materiales reciclables. Así mismo, modela la reducción de las emisiones de metano por captura, quema y aprovechamiento de biogás en rellenos sanitarios.

Fuente: Adaptado de (Atmosphere Alternatives, GIZ, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025).

3.6.2.1. Principales supuestos empleados para elaborar las proyecciones de GEI

Los supuestos utilizados para modelar el escenario Sin Medidas (WOM) y el escenario con implementación de medidas de mitigación (WM), se clasifican en variables demográficas, económicas y sectoriales. Estas variables inciden de manera transversal en la estimación de las emisiones netas de GEI, en la medida en que determinan la evolución esperada de las actividades económicas, la generación de residuos, la oferta y la demanda de energía y la producción pecuaria.

Dentro de las variables demográficas se consideran la proyección de la población total de Colombia para el periodo 2019–2070, su distribución entre áreas urbanas y rurales, y la evolución esperada del número de hogares. Estas variables permiten aproximar cambios en la producción de residuos y demanda energética.

Los supuestos económicos incluyen la proyección del PIB nacional para el periodo 2019–2050, así como el crecimiento del PIB desagregado por sectores económicos. Estas proyecciones permiten modelar la dinámica de las principales actividades productivas y su incidencia sobre los niveles de producción y el consumo de combustibles en el sector industrial.

Adicionalmente, se incorporan la visión de largo plazo sector energético, tomando como referencia el ejercicio prospectivo del Plan Energético Nacional (2022-2052) (UPME, 2024), el cual orienta las trayectorias esperadas de transformación de la matriz energética colombiana. Para el sector pecuario, se considera la proyección del hato ganadero en Colombia, proveniente de (CIPAV et al., 2025), debido a su relevancia en la estimación de emisiones asociadas a la fermentación entérica, la gestión de estiércol y otros procesos vinculados a la actividad ganadera.

A continuación, se describe la tendencia esperada de cada una de estas variables clave y su relevancia para las proyecciones de emisiones netas de GEI en cada escenario.

3.6.2.1.1. Supuestos demográficos

La población en Colombia ha mostrado un crecimiento continuo desde 2019 y se proyecta que esta tendencia se mantenga hasta 2040. La población censada en 2018 fue de 49,3 millones de habitantes y se proyecta que en 2040 sea de 56 millones de habitantes. En 2019 el 75,5% de los habitantes estaban en las cabeceras municipales y el 24,5% en centros poblados y en zonas rurales dispersas, y se espera que esa proporción tienda llegue al 76% de la población en cabeceras municipales en 2040 (Figura 3-44).

La tasa de crecimiento de la población disminuirá progresivamente: entre 2025 y 2030 se reducirá de 0,89 % a 0,53 %; entre 2030 y 2035 descenderá a 0,32 %; y entre 2036 y 2040 alcanzará 0,09 %. Sin embargo, esta dinámica no será homogénea entre áreas geográficas. En las cabeceras municipales se proyecta una disminución de la población hacia 2040, mientras que en los centros poblados y en las zonas rurales dispersas se espera que la población continúe creciendo.

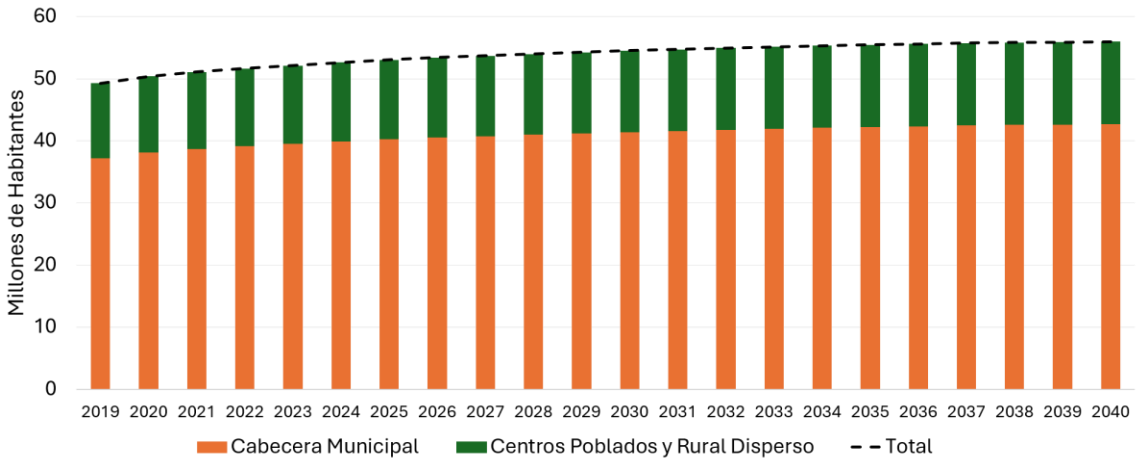


Figura 3-44. Población proyectada en Colombia para el periodo 2019 y 2035, desagregada entre cabeceras municipales y centros poblados; y rural disperso.

Fuente: Adaptado de (DANE, 2018)

La composición de los hogares evidencia una reducción sostenida en el tamaño promedio tanto en las cabeceras municipales como en los centros poblados y las zonas rurales dispersas. Para 2050, se proyecta una convergencia hacia 2,9 personas por hogar en las cabeceras municipales y 3,1 personas por hogar en los centros poblados y las zonas rurales dispersas. A su vez, el comportamiento conjunto de las series indica que, aunque los hogares tienden a tener menos integrantes, el número total de hogares aumenta. En particular, este creció entre 2010 y 2021 y, posteriormente, se estabiliza en torno a 18 millones de hogares en Colombia, como se presenta en la Figura 3-45.

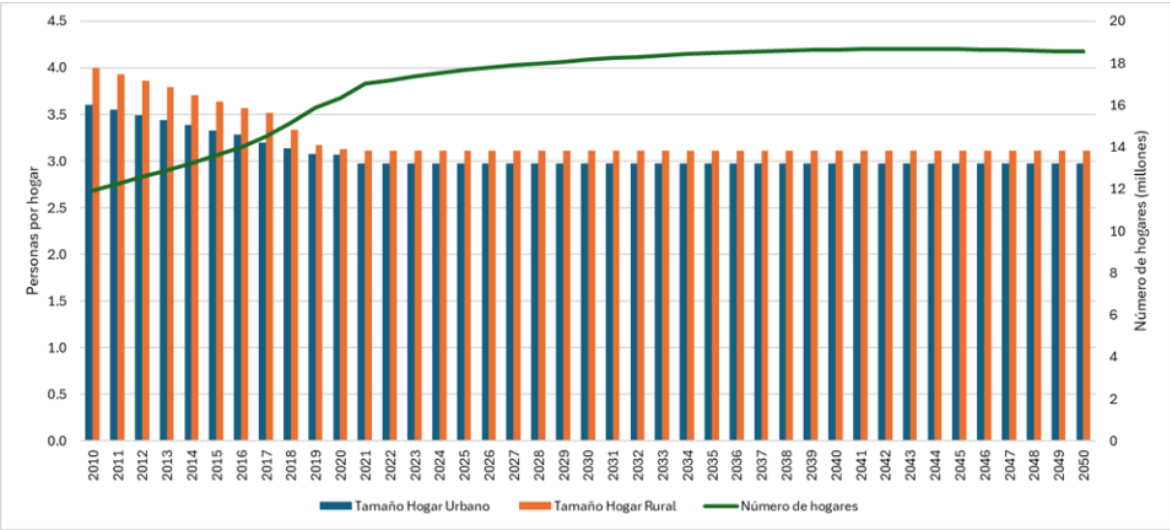


Figura 3-45. Composición de los hogares en Colombia desagregada en cabeceras municipales y centros poblados y rural disperso.

Fuente: Adaptado de (DANE, 2018)

3.6.2.1.2. Supuestos económicos

Los supuestos económicos se basan en las proyecciones del Producto Interno Bruto (PIB), variable que es utilizada para la construcción del escenario WOM. La proyección del PIB total y con desagregación sectorial fue realizada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) tomando como referencia el Marco Fiscal a Mediano Plazo (MFMP) de 2025 (Ministerio de Hacienda y crédito público, 2025), que corresponde al instrumento de planificación a 10 años que presenta una proyección de la estrategia macroeconómica y fiscal del país.

La proyección del PIB se realiza considerando los siguientes supuestos:

- Se toma como punto de partida los datos históricos de Cuentas Nacionales del DANE para PIB sectorial desde el año 2018 y se utilizaron los datos desde 2018 a 2024 estimado de forma preliminar.
- En aras de asegurar la consistencia con las proyecciones de PIB agregado real del MFMP se emplean los valores corrientes.
- Se aplica el deflactor del PIB para obtener una serie histórica en pesos constantes de 2018 (esta es una elección que se puede modificar). La serie de deflactor del PIB utilizada es la del Banco Mundial[5]. Para contar con una serie histórica de PIB sectorial real para el periodo 2018-2024.
- Se incorporan las sendas de crecimiento del PIB real especificadas en el Marco Fiscal de Mediano Plazo, particularmente, los datos de crecimiento del PIB real descritas en el MFMP 2025 (Ministerio de Hacienda y crédito público, 2025).
- PIB sectorial

El Modelo de Equilibrio General Computable Colombiano para cambio climático (MEG4C) es un modelo de tipo “top-down” que desagrega la economía del país en sectores para distribuir la senda de crecimiento del PIB teniendo como base el Marco Fiscal de Mediano Plazo (Departamento Nacional de Planeación, 2012).

El MEG4C modela 17 sectores de la economía nacional y establece el crecimiento del PIB asociado por cada uno de ellos, lo cual favorece el ejercicio de modelación, los sectores evaluados son: 1. Agricultura; 2. Ganadería; 3. Carbón; 4. Petróleo; 5. Otros minerales; 6. Agroindustria; 7. Recursos naturales procesado; 8. Refinados de petróleo; 9. Industria mano de obra no calificada; 10. Industrias capital y alta tecnología; 11. Electricidad; 12. Gas natural; 13. Agua y alcantarillado; 14. Vivienda; 15. Obras civiles; 16. Transporte; y 17. Servicios.

El PIB de Colombia ha mostrado un comportamiento de crecimiento sostenido desde 2010 hasta 2019 y se proyecta que la tendencia continue igual hasta 2050. El impacto de la pandemia se observó en el PIB de 2020, que es el único año en el cual ha disminuido con respecto a periodo anterior, y también se observó un

rebote marcado entre 2021 y 2022. En años posteriores se observa una senda de crecimiento del 3% moderado hasta 2024.

Es importante notar que la tasa de crecimiento del PIB real de mediano plazo empleada es de 2.8%, que es menor a la proyectada en ejercicios realizados antes de conocer el impacto de la pandemia en la economía, sin embargo, el crecimiento adicional del PIB durante la postpandemia aumenta los valores relativamente, llegando a valores de PIB comparables a los estimados para 2030.

La tasa de crecimiento anual del PIB refleja con mayor claridad los cambios coyunturales con respecto al periodo inmediatamente anterior. En los años anteriores se registraron tasas relativamente altas, del orden del 6%, que luego se desaceleran de manera progresiva hasta antes de 2019, con un valor de crecimiento del 2%. En ese año 2020 se presenta una contracción pronunciada, seguida de una recuperación fuerte en 2021 y 2022, del 6% nuevamente. A partir de 2023, se proyecta que la tasa retoma una senda positiva y converge gradualmente hacia niveles cercanos al 2 % anual, lo que presenta un escenario de crecimiento estable en el horizonte de proyección (Figura 3-46).

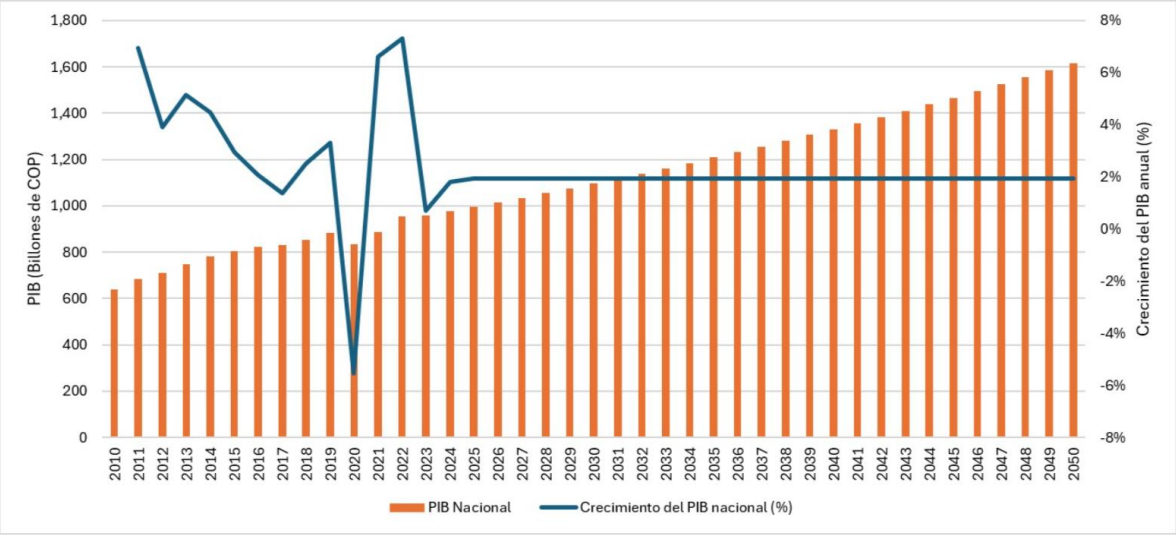


Figura 3-46. Serie histórica y proyectada del PIB en Colombia y su crecimiento para el periodo 2025 a 2050.

Fuente: Adaptado de (DNP, 2025).

- **PIB per cápita**

La trayectoria del PIB per cápita en Colombia evidencia un crecimiento sostenido a lo largo del periodo 2010–2050, con una interrupción puntual en 2020 asociada al impacto de la pandemia. Entre 2010 y 2019, el PIB per cápita registró un crecimiento promedio anual de 2,4 %. Posteriormente, entre 2021 y 2024, se observó una recuperación más dinámica, con un crecimiento promedio de 3,0 %. A partir de este periodo, se proyecta que el PIB per cápita mantenga una senda ascendente, aunque a un ritmo más moderado, con un crecimiento anual promedio de 1,7 % hasta 2050, como se ilustra en la Figura 3-47.

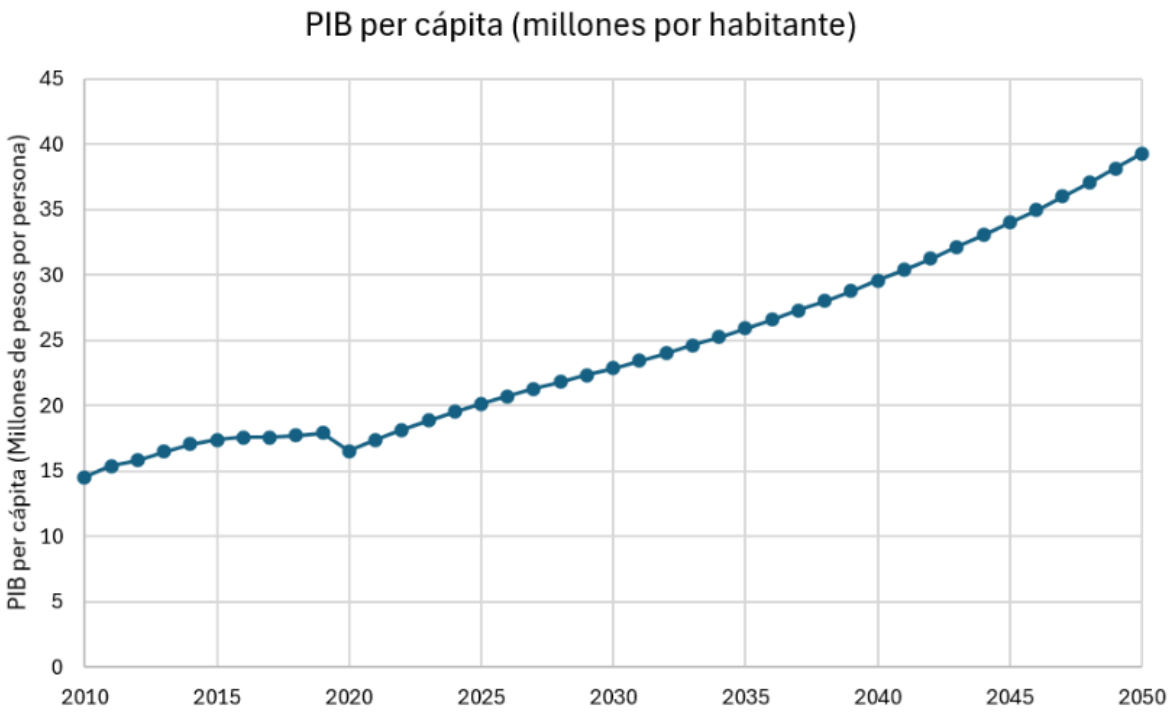


Figura 3-47. PIB per cápita en Colombia para el periodo 2010 a 2050.
Fuente: Tomado de (DANE, 2018)

3.6.2.1.3. Proyecciones de la demanda energética

La oferta y la demanda energética fueron modelada tomando en cuenta el escenario de inflexión descrito en el Plan Energético Nacional 2022–2052 (UPME, 2024) , el cual se proyecta bajo un cambio significativo en la tendencia histórica de consumo de combustibles fósiles, gracias a una inversión masiva y acelerada en nuevas tecnologías que hacen posible masificar el uso de energía eléctrica.

En este escenario se asume que, si bien Colombia continúa siendo un país exportador de energía, aprovechando sus recursos de petróleo y gas natural, ampliando el uso de gas en sectores donde es competitivo y evitar grandes importaciones de petróleo, considerando que el país cuente con el recurso para cargar las refinerías hasta 2040. Sin embargo, se considera también la tendencia de decrecimiento de la oferta energética de origen fósil a lo largo del periodo de análisis.

La modelación considera una mayor relevancia en el suministro energético y en las estrategias de mitigación del cambio climático, y se estima un aprovechamiento del 100 % de los potenciales identificados en el PAI-PROURE 2022-2030 (Ministerio de Minas y Energía, 2020), estableciendo metas que se extienden hasta el final del período de análisis. Este escenario representa una mayor electrificación de los usos finales y una penetración creciente de fuentes renovables. En este sentido, la oferta energética no se contrae en su conjunto, sino que cambia su composición: disminuye progresivamente la producción nacional de combustibles fósiles y aumenta de manera sustantiva la participación de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), la hidroelectricidad, los biocombustibles, el hidrógeno y la generación nuclear.

En particular, la producción de carbón térmico se reduce gradualmente durante el periodo de análisis y alcanza en 2052, cerca de una cuarta parte del volumen observado al inicio del periodo. Esta trayectoria responde tanto a las expectativas de menor disponibilidad y demanda internacional del energético, como a la sustitución progresiva del carbón térmico por tecnologías maduras de menor intensidad de carbono. Se estima una producción cercana a los 60 Mt, con una tendencia ligeramente decreciente hasta 2035. A partir de 2035, se espera una reducción de hasta el 65% en la producción de carbón en comparación con 2022.

Con respecto a la producción de carbón metalúrgico se prevé que aumente hasta triplicar la extracción del energético en 2052, comparado con el año 2022.

3.6.2.1.4. Proyección del hato ganadero

La estimación de emisiones de GEI asociadas a la población del hato ganadero fue incorporada dentro del módulo de emisiones no energéticas del modelo LEAP. En particular, estas emisiones se incluyeron en el árbol de categorías 3A. Fermentación entérica y 3B. Gestión de estiércol, de acuerdo con la estructura sectorial utilizada para el reporte de emisiones del sector Afolu.

El escenario Current constituye la línea base histórica de emisiones y absorciones de GEI para Colombia durante el periodo 2010–2021. Su construcción se realizó siguiendo la metodología del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero reportada en el Primer Informe Bienal de

Transparencia (BTR1). La información de datos de actividad fue proporcionada por el Ideam, y los cálculos se desarrollaron aplicando los mismos métodos descritos en el Documento Nacional del Inventario (NID) (IDEAM et al., 2024).

La modelación del escenario Current utilizó como dato de actividad la población del hato ganadero, desagregada por tipología animal. Para este propósito se consideraron bovinos, ovinos, caprinos, equinos, mulas y asnos, cerdos y pollos. En el caso de los bovinos, la información se incorporó con desagregación geográfica en nueve subregiones ganaderas: Amazonas y selvas tropicales, Altiplano Cundiboyacense, Caribe Húmedo, Caribe Seco, Antioquia, Eje Cafetero y Valle, Orinoquía, Santanderes, Sur-Centro y Suroccidente. Para las demás especies animales, la información se incorporó a nivel nacional. Esta estructura de desagregación se aplicó para cada año del periodo 2010–2021.

En el escenario sin medidas (WOM), se proyecta la población del hato ganadero manteniendo el mismo nivel de desagregación utilizado en el escenario Current, asegurando consistencia entre los datos históricos y la trayectoria prospectiva de la población del hato ganadero. La proyección corresponde a un modelo lineal, consistente con la proyección de datos de población de ganado por subcategoría desarrollada por CIAT-CIPAV en el marco del proyecto “Desarrollo de una estrategia del Sector Agropecuario para la actualización de la NDC: contaminantes climáticos de vida corta (CCVC)” (CIPAV et al., 2025).

En la modelación del escenario con medidas (WM) se incorporaron acciones de mitigación orientadas a reducir las emisiones asociadas a la actividad pecuaria. Las medidas consideradas corresponden a: i) implementación de sistemas silvopastoriles intensivos; ii) implementación de sistemas silvopastoriles no intensivos; iii) mejoramiento de la dieta; iv) uso de aditivos en la dieta; y v) manejo del estiércol.

La implementación de estas acciones considera una trayectoria de adopción tecnológica moderada reflejando un nivel de ambición conservadora. La adopción de tecnologías se modela como un proceso gradual y progresivo. Esto implica que, en cada año del horizonte de análisis, aumenta la proporción de la población pecuaria impactada por las medidas de mitigación. A dicha población se le aplican factores de emisión ajustados, que reflejan el efecto esperado de cada práctica sobre la reducción de emisiones. La población no cubierta por las medidas mantiene el factor de emisión de referencia.

De esta manera, las emisiones totales se estiman diferenciando entre la población no impactada por las medidas y la población bajo implementación de medidas.

3.6.2.1.5. Deforestación

La deforestación fue modelada considerando la trayectoria futura de pérdida de cobertura boscosa y su efecto sobre las emisiones. Para ello, la modelación mantiene la lógica utilizada por Colombia en sus instrumentos oficiales de reporte forestal, en particular el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales planteado para 2023 a 2027 (NREF 2023–2027) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & IDEAM, 2024). Este instrumento constituye un referente para entender la forma en que se organizan y estiman las emisiones forestales asociadas a la deforestación y la degradación, a partir de la dinámica de cambio de cobertura, la diferenciación regional por biomas y los distintos depósitos donde se almacena carbono en los ecosistemas forestales, como la biomasa, la materia orgánica muerta y el suelo.

El NREF estructura la proyección de emisiones forestales para el periodo 2023–2027, a partir de una línea base histórica y de ajustes por circunstancias nacionales. En el caso de la deforestación, el NREF toma como punto de partida el promedio histórico nacional de emisiones calculado para 2013–2022 y lo ajusta anualmente hasta 2027; para la degradación forestal, mantiene constante el promedio histórico nacional durante el mismo periodo. Dado que el NREF no cubre todo el horizonte de análisis del modelo, las trayectorias posteriores se complementan con supuestos específicos de proyección. Así, para la deforestación se emplean proyecciones mediante un modelo logístico hasta 2040 y, posteriormente, una tendencia basada en los datos proyectados entre 2001 y 2040 para extender la serie de deforestación hasta 2050. Para la degradación forestal, desde 2028 se adopta un supuesto conservador basado en el promedio histórico reciente de las áreas degradadas.

En el escenario con medidas, la modelación incorpora una trayectoria de reducción de la deforestación, modificando la superficie futura de pérdida de bosque respecto al escenario de referencia. Bajo este enfoque, se mantiene la misma estructura metodológica de cálculo por bioma, estrato de bosque, uso posterior del suelo y depósitos de carbono, pero se ajusta la magnitud de las áreas deforestadas para representar el efecto esperado de las acciones de mitigación.

La trayectoria del escenario con medidas incorpora metas progresivas de reducción de la deforestación, orientadas a disminuir la pérdida anual de bosque a 100.000 ha en 2025, 50.000 ha en 2030 y entre 49.999 y 37.500 ha en 2035. A partir de estas metas, el modelo ajusta la evolución futura de las áreas deforestadas y recalcula las emisiones asociadas conservando los mismos factores de emisión y la misma distribución metodológica empleada en el escenario de referencia.

3.6.2.2. Análisis de sensibilidad

En atención a las flexibilidades a que se refiere el párrafo 102 de las MPG, el país presenta el análisis de sensibilidad de las proyecciones para el escenario de referencia con una cobertura menos detallada, reconociendo las limitaciones en términos de capacidad y recursos técnicos, así como la necesidad de robustecer los mecanismos actuales de modelación, para que integren de manera más efectiva las variables de crecimiento, permitiendo así el análisis de sensibilidad para las categorías faltantes.

Con el objetivo de evaluar la respuesta del modelo ante variaciones en los supuestos macroeconómicos y ambientales incluidos como parte de los drivers de crecimiento, se desarrolló el análisis de sensibilidad para el escenario sin Medidas (referencia). Este análisis responde a las recomendaciones del párrafo 97, literal d, de las MPG.

El enfoque metodológico se fundamenta en la construcción de escenarios alternativos de sensibilidad, en los cuales se modifican de forma controlada las variables de crecimiento de las emisiones más relevantes, manteniendo constante la estructura general y los parámetros base del modelo. Este procedimiento permite cuantificar la magnitud de las variaciones en las emisiones agregadas derivadas de cambios en los supuestos de desarrollo económico y uso del suelo.

El análisis hace uso de las características de crecimiento definidas en el software LEAP, y que responden a la interacción entre variables definida para la estimación de proyecciones de nivel nacional. Se plantea un escenario agregado que combina criterios de bajo crecimiento económico y baja deforestación, tal como se detalla en la Tabla 3-42.

Tabla 3-42. Variables consideradas para el análisis de sensibilidad.

VARIABLE DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	ESCENARIO DE REFERENCIA.	ESCENARIO DE SENSIBILIDAD	CATEGORÍAS AFECTADAS
Crecimiento del PIB	Alto crecimiento económico 2025: 2,70% 2030: 2.90%*	Bajo crecimiento económico 2025: 1,95% 2030: 1.95%	1A1a, 1A1c, 1A1A2 exceptuando 1A2b, 1A3, 1A4 exceptuando 1A4b, 2A, 2B8, 2C1, 2C5, 2D1, 2G
Deforestación nacional	Alta deforestación en consistencia con el NREF y la proyección del modelo logarítmico (trayectoria promedio de deforestación).	Baja deforestación en consistencia con el NREF y la proyección del modelo logarítmico (intervalo de confianza inferior).	4A1c, 4B2a, 4C2a, 4D2bi, 4E2a, 4 F2a
*A partir de 2032 y en adelante se emplea un crecimiento del PIB de 2.80%.			

Fuente: Elaboración propia

El crecimiento del PIB determina la intensidad de la actividad económica y la demanda de energía y materiales en los sectores industriales y de procesos. Para este escenario se consideró el escenario mínimo de crecimiento del PIB proyectado, con el objetivo de analizar cómo una menor dinámica económica podría reducir las emisiones asociadas a los procesos industriales, la producción de materiales y el uso de productos derivados. El valor de referencia es tomado de las proyecciones macroeconómicas a 2050 del DNP (2022).

La deforestación constituye una de las principales fuentes de emisiones dentro del sector AFOLU y afecta directamente los procesos de cambio de uso del suelo y manejo de biomasa. En este escenario se tomó como referencia el escenario mínimo de deforestación establecido por el (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & IDEAM, 2024), con el fin de evaluar cómo una reducción progresiva en la pérdida de cobertura boscosa incide sobre las emisiones de CO_2 en el sector. Es necesario reiterar que la modelación de la categoría 4 se realiza de manera externa a la modelación agregada, sin embargo, bajo este enfoque se realizó igualmente un análisis de sensibilidad.

En 2030, las emisiones se reducen en un 7,3% por el efecto agregado de las dos variables empleadas para el análisis de sensibilidad. Las emisiones de la categoría 4 aportan un 6,3 % de este total por efecto del comportamiento de la deforestación. Por otro lado, las categorías 1 y 2 aportaron un 0,8 % y 0.1 % respectivamente, en ambos casos por efectos del cambio en el comportamiento del PIB.

3.6.3. Proyección de los indicadores principales para determinar los progresos realizados en relación con su NDC

Colombia aplica la flexibilidad disponible para las Partes que son países en desarrollo prevista en el párrafo 102 del Anexo de la Decisión 18/CMA.1. En atención a las capacidades del país, el presente BTR presenta únicamente proyecciones del indicador principal relacionado con la meta de emisiones de GEI. Las limitaciones de capacidad para la presentación de la proyección de los demás indicadores principales se relacionan con la disponibilidad y refinamiento de datos, así como la disponibilidad de recursos técnicos y operativos para la actualización periódica de las proyecciones de los indicadores principales, en especial, los indicadores de carbono negro y seguimiento a la deforestación.

El principal indicador de evaluación al progreso de la NDC del país es el Indicador 1 (Mitigación Requerida para la Meta), que hace seguimiento a las emisiones netas de GEI y su relación frente a la meta de emisiones máximas de GEI establecida en la NDC para el año 2030. La información detallada sobre las

características, alcance, cobertura, y reporte del logro del indicador se presentan en la sección 3.3.1.13.3 del presente BTR.

La proyección del indicador 1 se reporta en función de la información del escenario "con medidas" (WM) de la modelación más reciente que se describe en esta sección. De manera complementaria, se reporta el indicador en función de una trayectoria de "cumplimiento de la meta nacional", que es consistente con el objetivo de 2030. Esta última trayectoria reconoce la necesidad de incrementar la ambición y acelerar la implementación de acciones que lleven al cierre de la brecha en mitigación, permitiendo alcanzar los objetivos enmarcados en la NDC.

De manera similar, la proyección del indicador 2 se realiza bajo una trayectoria de "cumplimiento de la meta nacional" y un escenario "con medidas". El país aplica la flexibilidad prevista en el párrafo 102 de las MPG, y presenta una proyección del indicador utilizando una metodología menos detallada (trayectoria de cumplimiento de la meta nacional), reconociendo que, aunque se cuenta con grandes avances para la definición de un modelo espacialmente explícito de deforestación, tal y como se menciona en la sección de información más reciente de este indicador, aún se hace necesario seguir avanzando en los componentes de proyección espacializada de la deforestación, y evaluación del impacto potencial de medidas y proyectos.

En consideración de las circunstancias y capacidades nacionales relacionadas con la ausencia de información detallada y desagregada a nivel sectorial y subnacional; la dependencia de supuestos generales y factores por defecto para las estimaciones de las emisiones de carbono negro; y la ausencia de un sistema de monitoreo, reporte y verificación que asegure el flujo continuo de información verificable sobre los resultados en mitigación de carbono negro alcanzados por la implementación de acciones sectoriales, el país se acoge a la flexibilidad prevista en el párrafo 92 de las MPG para la presentación de la proyección del indicador 3.

Por otro lado, la proyección del indicador 4, se realiza para una trayectoria de "cumplimiento de la meta nacional" y un escenario "con medidas". En este caso, el país aplica la flexibilidad dispuesta en la MPG 102 y presenta una proyección empleando una metodología menos detallada (cumplimiento de la meta nacional). Es necesario mencionar que la definición del presupuesto nacional de carbono no empleó un escenario de proyección convencional; en su lugar, se construyeron un conjunto de trayectorias de emisiones consistentes con el cumplimiento de la meta nacional a 2030 y que partieron del último año del inventario disponible (2021). Estas trayectorias se agruparon según los niveles de implementación y ambición, y cada grupo fue evaluado según diferentes criterios de priorización. El análisis final permitió seleccionar el rango que informó la definición de los presupuestos sectoriales de carbono. En este sentido, el país

identifica como una oportunidad de fortalecimiento, la generación de escenarios "con medidas" asociados con el cumplimiento de los presupuestos de carbono establecidos hasta la fecha.

Las trayectorias de "cumplimiento de la meta nacional" empleadas en esta sección se entienden como una proyección de la evolución esperada de los indicadores de mitigación, construida de manera que sea consistente con el logro de la meta nacional establecida en la NDC para el año objetivo. A diferencia de un escenario de proyección basado únicamente en las políticas y medidas actualmente implementadas ("con medidas"), esta trayectoria representa la evolución requerida para alcanzar la meta, reconociendo la necesidad de incrementar la ambición, acelerar la implementación de acciones adicionales y cerrar la brecha de mitigación existente.

Las proyecciones de los indicadores clave se presentan hasta el año 2030 en la Tabla 3-43, en atención a las consideraciones descritas anteriormente. En consistencia con lo mencionado en las secciones 3.2 descripción de la NDC y 3.4 PAM, del presente BTR se enmarca en el periodo de implementación de la NDC 2.0, el cual va de 2020 a 2030. En este sentido, la proyección de los indicadores clave para el periodo 2031-2035 deberá atender a las metas definidas en el marco de la NDC 3.0 para el año final del periodo de implementación y no son sujeto de seguimiento como parte del BTR2.

Tabla 3-43. Proyección de indicadores clave diligenciados en la CTF 10

Indicadores Clave	Unidad	El año más reciente en el informe del inventario nacional	Proyecciones de indicadores clave Con medidas	
		2024	2025	2030
Indicador 1. Mitigación Requerida para la Meta (Escenario con Medidas – WM)	$MtCO_2eq$	-107,29 (Emisiones netas 276,73)	-101,05 (Emisiones netas 270,49)	-66.39 (Emisiones netas 235,83)
Indicador 1. Mitigación Requerida para la Meta (cumplimiento de la meta nacional)	$MtCO_2eq$	-107,29 (Emisiones netas 276,73)	NE	0 (Emisiones netas 169,44)
Indicador 2. Cambio en la superficie cubierta por bosque (Escenario con Medidas – WM)	ha/año	113.608	FX*	FX*
Indicador 2. Cambio en la superficie cubierta por bosque (cumplimiento de la meta nacional)	ha/año	ha/año	100.000	50.000
Indicador 3. Avance en reducción de emisiones de Carbono Negro (Escenario con Medidas – WM)	%	-4,3%	FX*	FX*

Indicadores Clave	Unidad	El año más reciente en el informe del inventario nacional	Proyecciones de indicadores clave Con medidas	
		2024	2025	2030
Indicador 4. Seguimiento al presupuesto nacional de carbono (Escenario con Medidas – WM)	%	83,07	98,67	122,31
Indicador 4. Seguimiento al presupuesto nacional de carbono (cumplimiento de la meta nacional)	%	83,07	100	100 (Medido con base en el presupuesto nacional de carbono del periodo 2026-2030)
*FX : Flexibilidad				

Dentro de las diferencias observadas en la proyección del indicador 1 respecto al BTR1, se destaca que medidas como el aprovechamiento de biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales no fueron modeladas como parte del escenario WM en el marco de las proyecciones que se comunican en el presente BTR; sin embargo, se destaca el potencial de inclusión de esta medida en un escenario con medidas adicionales, el cual se proyecta desarrollar en línea con el plan de mejora establecido para la sección. Así mismo, se mejoraron los supuestos de implementación de medidas como la restauración ecológica, donde se incluye una variable de eficiencia en los procesos de restauración atendiendo al contexto nacional. Lo anterior, sumado al nuevo año de partida de las proyecciones y, por ende, la incorporación de los resultados del inventario hasta el año 2021, resultan en un escenario de mitigación que hace énfasis en la necesidad de acelerar la implementación e incrementar las acciones de mitigación sectoriales.

El país ha avanzado en la integración de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio en el marco de los inventarios nacionales, con el más reciente logro en la unificación del árbol de categorías para GEI y carbono negro, y las estimaciones respectivas comunicadas en el presente BTR. El país reconoce la necesidad de articular de forma efectiva las mejoras derivadas del ejercicio del inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas e integrarlas en el instrumento que actualmente informa la sección de proyección de emisiones, en este sentido, buscará fortalecer estas capacidades para futuros ciclos de reporte.

En atención al párrafo 93 de las MPG, Colombia comunica la proyección de sus indicadores clave para los casos en los que contó con información detallada, y reitera que estas proyecciones ofrecen una indicación del efecto de las políticas y medidas de mitigación en las tendencias futuras de las emisiones y la absorción de GEI y/o variables clave que inciden en la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI, y no deberán utilizarse para evaluar los progresos alcanzados en la aplicación y el cumplimiento de la NDC nacional.

3.7. Otra información relevante

En virtud de lo que establece la MPG 103, orientada a promover la entrega de información necesaria para hacer seguimiento al progreso en la implementación y el cumplimiento de sus NDC, el país presenta en esta sección otra información que resulta relevante para rastrear dicho progreso en relación con la implementación de su Contribución Determinada a Nivel Nacional. En la NDC comunicada en 2020, el país indicó que, algunas coberturas presentes en los ecosistemas estratégicos no fueron consideradas dentro del ejercicio de proyección de su línea base en lo que corresponde al sector LULUCF debido a los vacíos de información existentes. Entre las coberturas pendientes de la línea base de emisiones de GEI están: los humedales naturales, los herbazales, los manglares, los pastos marinos, el arbolado urbano y los bosques desagregados. En este sentido, el país ha venido avanzando en la generación de información para algunas de las coberturas presentes en los ecosistemas catalogados como estratégicos.

En 2022, el IDEAM estableció una Alianza estratégica con entidades pertenecientes al sector público-privado; sector privado y académico (Ecopetrol, Fundación Natura, La Universidad Santo Tomás, Pontificia Universidad Javeriana, La Corporación Carbono y Bosques y CO2 Humedales), el objetivo de dicha alianza fue aunar esfuerzos para actualizar la información cartográfica nacional de coberturas de la tierra, cerrar brechas metodológicas en la cuantificación y monitoreo de GEI y ampliar el conocimiento sobre los potenciales de mitigación asociados a soluciones naturales del clima de coberturas en ecosistemas estratégicos. La alianza interinstitucional estableció el "*Proyecto Coberturas de la Tierra y Mitigación de Emisiones de GEI para la Acción Climática*" -CTMEGEIAC- en el cual se abordaron algunas de las coberturas presentes en los ecosistemas priorizados en la Ley 2169 del 2021: humedales y herbazales, estos últimos como subcategoría de la categoría de Pastizales del sector AFOLU, manglares que no se comportan como bosque, y el bosque andino. El proyecto incluyó el bosque de galería. Las coberturas de bosque citadas hacen parte de la categoría de Tierras Forestales que se corresponden con la subcategorización experimental de la cobertura de bosque nacional. Es importante aclarar que, en este ítem nos centraremos en la información relevante obtenida para la cobertura de humedales y herbazales, lo cual contribuye a mejorar la base de información utilizada para la estimación de emisiones y absorciones de GEI en el sector de Silvicultura, Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra (LULUCF), así como para la identificación de oportunidades de mitigación de los impactos ocasionados por actividad antrópica en dichos ecosistemas. Las coberturas de humedales y herbazales han sido denominadas o categorizadas como coberturas no bosque o no forestales, en adelante No bosque.

Es importante señalar que, los resultados generados para las coberturas de humedales y herbazales naturales fueron incorporados en las estimaciones del

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) reportadas en el Segundo Informe Bienal de Transparencia (BTR2). En este sentido, la información presentada en este documento constituye la base técnica utilizada para la cuantificación y reporte de las emisiones y absorciones asociadas a estas coberturas dentro del sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS/LULUCF).

Como resultado de este proceso, los herbazales naturales fueron incorporados en la categoría 4.C. Pastizales y los humedales naturales en la categoría 4.D. Humedales del INGEI, mediante la definición y documentación de nuevas subcategorías de reporte, para las cuales se desarrollaron definiciones operativas publicadas en el IEARNR (Ideam, 2024), datos de actividad y factores de emisión propios e inéditos. Las estimaciones fueron realizadas utilizando factores de emisión de Nivel Metodológico 2 (Tier 2) y datos de actividad obtenidos mediante un Método 3, basado en el análisis espacialmente explícito de las dinámicas de cambio de cobertura a partir de mapas de coberturas de la tierra elaborados bajo la metodología CORINE Land Cover (CLC). Este avance en el conocimiento de la dinámica del carbono y EGEI en coberturas no bosque, así como en la metodología analítica espacialmente explícita de DA, hace parte de los resultados de la alianza institucional para la cual se obtiene la mejora metodológica en la elaboración de los mapas de coberturas de la tierra generando los mapas bienales de coberturas de la tierra para los años 2020-2022 y avance del mapa CLC 2024.

En la sección 3.1.1.5.1 (Avances en la tipificación de coberturas forestales y no forestales), se presentan las definiciones operativas para herbazales, y tres subcategorías de humedales naturales, además de las definiciones operativas de tres subcategorías de coberturas forestales, siendo ellas bosque andino, bosques de galería y bosques de manglar. Se hace necesario destacar que, este estudio encontró necesario diferenciar entre bosques de manglar y manglar que no se comporta como bosque es decir hace referencia a los manglares que no cumplen la definición operativa de bosque definida por Colombia y sobre la cual se establecen las emisiones de GEI de dicha cobertura, por tanto, la parte de manglar que no cumple la definición de bosques pasa a ser catalogada como cobertura No bosque. La información aquí presentada se complementa con el reporte de los factores de emisión y los potenciales de mitigación de los ecosistemas de herbazales y humedales, los cuales son referidos en la presente sección.

3.7.1. Factores de remoción de emisiones estimados para humedales y herbazales

Las coberturas de humedales y herbazales hacen parte de los ecosistemas que llevan el mismo nombre, constituyéndose en ecosistemas con alta capacidad de captura y almacenamiento de carbono, contribuyendo a la remoción de dióxido

de carbono (CO_2) de la atmósfera mediante la acumulación de biomasa vegetal y carbono orgánico en el suelo. En el marco del proyecto, se desarrolló un proceso de recopilación, evaluación y sistematización de información científica nacional sobre contenidos de carbono para los humedales y herbazales, con el propósito de fortalecer la base de información científica insumo para la estimación de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, siguiendo las directrices metodológicas del IPCC (2006, 2019). Del mismo modo se obtuvo la información de carbono producto de la información levantada en campo por los aliados académicos y entidades participantes en el proyecto.

La información obtenida representa el carbono contenido en cada uno de los compartimentos del ecosistema: biomasa aérea, biomasa subterránea, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo, constituyendo los parámetros técnicos empleados para estimar las remociones de CO_2 derivadas de la conservación, restauración y recuperación de estas coberturas. La Tabla 3-44 presenta un resumen de los principales valores de los factores de remoción consolidados para humedales y herbazales utilizados como insumo en las estimaciones desarrolladas. Los factores de remoción de emisiones de GEI se expresan en toneladas de carbono por unidad de área.

A diferencia de otras categorías de uso de suelo donde pueden emplearse factores de remoción expresados como tasas anuales de captura de carbono, debido a que el crecimiento en las Tierras Forestales es más fácil de ser medido, el IPCC (2014) señala que para humedales y herbazales las estimaciones se fundamentan principalmente en la cuantificación de las existencias de carbono presentes en el reservorio suelo, puesto que en estos ecosistemas el carbono se acumula de forma más densa en el compartimento subterráneo (raíces, suelo y turba) siendo menor la acumulación en los diferentes reservorios de la cobertura como la biomasa aérea. Dicha acumulación es evaluada a partir de los cambios asociados a las transiciones de uso de la tierra. En este sentido, se consolidó información Tier 2 para biomasa aérea, biomasa subterránea, materia orgánica muerta (MOM) y carbono orgánico del suelo (COS), permitiendo representar por compartimentos dichos contenidos de carbono.

Los resultados obtenidos evidencian que el principal reservorio de carbono en los humedales corresponde al carbono orgánico del suelo, particularmente en ecosistemas altoandinos, y otros humedales con acumulación histórica de materia orgánica. Esto se fundamenta en las características anóxicas que presentan los suelos por permanecer gran parte del tiempo saturados de agua, en tal sentido, los suelos de los humedales se comportan como sumideros de carbono frenando la descomposición permitiendo mayor acumulación de carbono. En los herbazales, aunque el almacenamiento de carbono en biomasa es relativamente menor y dinámico en comparación con los ecosistemas forestales, debido a la estacionalidad anual de su biomasa aérea, se considera que los cambios en biomasa se asumen como cero, estos ecosistemas al igual que los humedales presentan una importante capacidad de almacenamiento de

carbono en el suelo, especialmente cuando permanecen en condiciones naturales y conservan sus procesos ecológicos. En los herbazales la mayor fracción de carbono se encuentra en las raíces y el suelo (IPCC, 2006).

Tabla 3-44. Factores de Remoción de emisiones de GEI expresados en contenidos de carbono por unidad de área, compilados para los diferentes reservorios asociadas a humedales y herbazales.

Cobertura	Reservorio principal asociado a remoción	Valor identificado (t. C. ha-1)	Fuente de información
Humedal natural continental de tierras medias y bajas	Biomasa aérea	25,04 ± 2,93	Andramunio-Acero et al., 2024
	Materia Orgánica Muerta (MOM)	8,98 ± 2,91	
	Carbono Orgánico en Suelos (COS)	57,9 ± 4,16	
Humedal natural continental altoandino	Biomasa aérea	2,54	Benavides et al., 2023; TNC, 2023
	Materia Orgánica Muerta (MOM)	ND*	
	Carbono Orgánico en Suelos (COS)	167,07 ± 42,16	
Humedal natural continental costero	Biomasa aérea	17,34 ± 2,74	Adame et al., 2013; Adame et al., 2015; Sjogersten et al., 2021; Chávez & Aponte, 2023; Araya-López & Messuto, 2023
	Materia Orgánica Muerta (MOM)	ND*	
	Carbono Orgánico en Suelos (COS)	75,93 ± 12,37	
Herbazales Naturales	Biomasa aérea	1,33 ± 0,11	Benavides et al., 2023; Proyecto Biocarbono Orinoquia.
	Biomasa subterránea	2,10 ± 0,17	
	Materia Orgánica Muerta (MOM)	ND*	
	Carbono Orgánico en Suelos (COS)	43,70 ± 3,32	

*ND: No determinado

Fuente: Elaboración propia con base en Ideam (2026)

Las remociones asociadas a humedales y herbazales fueron estimadas a partir de los cambios en las existencias de carbono de los diferentes reservorios y no mediante la aplicación de un único factor de remoción nacional. Este enfoque es consistente con las directrices del IPCC y permite reflejar de forma más precisa la diversidad ecológica y las condiciones biofísicas presentes en el territorio colombiano.

3.7.2. Potenciales de mitigación de ecosistemas priorizados

Las proyecciones de los potenciales de mitigación presentadas en esta sección se fundamentan, en primer lugar, en una revisión exhaustiva realizada por el equipo del proyecto -CTMEGEIAC- mediante la metodología Prisma se obtuvo un repositorio bibliográfico robusto con el cual se construyó el estado del arte en potenciales de mitigación. En segundo lugar, una vez conocido el estado de conocimiento en potenciales de mitigación de coberturas no bosque, el trabajo se enfocó en la modelación basado en cambios de uso y cobertura de la tierra, orientado a representar la contribución potencial de los humedales y herbazales al cumplimiento de los compromisos climáticos nacionales.

La construcción del escenario de mitigación se realizó en concordancia con la Ley 2169 de 2021, la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3,0) y la Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050), instrumentos que reconocen el papel fundamental de los ecosistemas naturales en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el fortalecimiento de los sumideros de carbono y el logro de la carbono neutralidad a 2050.

La Ley 2169 de acción Climática de 2021 establece como metas nacionales la reducción del 51 % de las emisiones de GEI al año 2030 respecto al escenario de referencia y el logro de carbono neutralidad a 2050. Adicionalmente, contempla la implementación de acciones de restauración ecológica, recuperación, rehabilitación, protección y uso sostenible de los ecosistemas, estableciendo una meta mínima de restauración de un millón de hectáreas acumuladas a 2030. Asimismo, reconoce explícitamente en el Artículo 13 Numeral 6, la necesidad de estimar y contabilizar el potencial de mitigación asociado a ecosistemas estratégicos como los humedales y los Ecosistemas de alta montaña donde podemos encontrar herbazales y humedales. De manera complementaria, la NDC 3,0 promueve el fortalecimiento de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), la ampliación de áreas bajo procesos de restauración y conservación, y el incremento de la resiliencia climática de los ecosistemas estratégicos del país. Por su parte, la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050 plantea que el logro de carbono neutralidad requerirá tanto de la reducción sustancial de emisiones como del fortalecimiento de las absorciones de carbono mediante la conservación de ecosistemas naturales, la reducción de su degradación y la restauración ecológica de áreas prioritarias.

En este contexto, el escenario de mitigación definido para las áreas de humedales y herbazales estudiados fue definido bajo un enfoque de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), integrando acciones de conservación y restauración de ecosistemas naturales. El componente o acción de conservación busca reducir las pérdidas de carbono asociadas a la transformación de humedales y herbazales hacia usos agrícolas, mientras que el componente o acción de

restauración busca incrementar las absorciones mediante la recuperación de áreas previamente transformadas hacia condiciones ecológicas propias de estos ecosistemas.

Considerando la disponibilidad actual de información y la necesidad de mantener consistencia metodológica con las directrices del IPCC, el análisis se restringió a las transiciones de uso de la tierra con mayor evidencia de intervención antrópica directa. En consecuencia, para los humedales y herbazales se incluyeron exclusivamente las conversiones de humedales o herbazales hacia tierras de cultivo, y las conversiones de tierras de cultivo hacia humedales o herbazales. Las demás transiciones identificadas no fueron consideradas en esta fase debido a la insuficiente evidencia disponible para atribuirlas de manera robusta a actividades antrópicas.

Las emisiones netas para cada escenario fueron estimadas como la diferencia entre las emisiones generadas por la conversión de humedales y herbazales hacia tierras de cultivo y las derivadas de la conversión de tierras de cultivo hacia humedales y herbazales, considerando los cambios en las existencias de carbono de la biomasa aérea, biomasa subterránea, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo para cada transición evaluada. En consecuencia, las emisiones netas constituyen la variable de comparación empleada para la estimación del potencial de mitigación.

La línea base o el escenario BAU (Business as Usual) fue construido mediante la proyección lineal de las tendencias históricas observadas para las transiciones de uso de la tierra consideradas en el análisis. Las áreas proyectadas para cada transición fueron utilizadas como datos de actividad para la estimación anual de las emisiones y absorciones de GEI, aplicando los contenidos de carbono Tier 2 correspondientes a cada reservorio y ecosistema. Sobre esta trayectoria de referencia se construyó posteriormente el escenario de mitigación mediante la incorporación de los supuestos de conservación y restauración.

Por su parte, el escenario de mitigación incorpora dos supuestos de intervención gradual, en concordancia con los tiempos requeridos para la implementación progresiva de las acciones de conservación y restauración previstas en los instrumentos nacionales de política climática. Para el componente de conservación, se asumió una reducción progresiva de la tasa anual de conversión de humedales y herbazales hacia tierras de cultivo, iniciando con una reducción del 2,5 % en el primer año de implementación e incrementándose de manera acumulativa en 2,5 puntos porcentuales por año hasta alcanzar una reducción máxima del 25 % al décimo año. A partir de este momento, la reducción se mantiene constante hasta el horizonte de análisis en 2050, representando la consolidación de las acciones de conservación, manejo sostenible y protección de estos ecosistemas.

Para el componente o acción de restauración, se asumió un incremento progresivo de la tasa anual de conversión de tierras de cultivo hacia humedales y herbazales, iniciando con un incremento del 1 % en el primer año e incrementándose de manera acumulativa en 1 punto porcentual por año hasta alcanzar un aumento máximo del 10 % al décimo año. Una vez alcanzado este nivel de intervención, la tasa de restauración se mantiene constante hasta 2050, representando la consolidación de las acciones de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas degradadas.

Estos supuestos permiten representar un escenario de mitigación técnicamente consistente con una implementación gradual de las Soluciones Basadas en la Naturaleza, evitando asumir cambios inmediatos en la dinámica de uso de la tierra y reflejando una trayectoria de gestión más coherente con las capacidades institucionales, financieras y operativas requeridas para la ejecución de acciones de conservación y restauración a escala nacional. No sin antes admitir y advertir que alcanzar los escenarios propuestos requieren de voluntad política, financiación e inversión de recursos para establecer el plan de conservación y restauración de humedales y herbazales en un horizonte de 10 años.

El potencial de mitigación fue estimado como la diferencia entre las existencias de carbono proyectadas bajo el escenario de referencia (BAU) y las existencias de carbono proyectadas bajo el escenario de mitigación propuesto. Esta diferencia representa el carbono adicional conservado o capturado mediante la implementación de acciones de conservación y restauración en los ecosistemas de humedales y herbazales, constituyéndose en una aproximación al aporte potencial de estas coberturas al cumplimiento de los objetivos nacionales de mitigación y carbono neutralidad, establecidos y comprometidos en la NDC 3,0 y la E2050.

3.7.3. Potencial de mitigación para humedales

Teniendo en cuenta los supuestos establecidos, se espera que los humedales naturales a 2050 bajo un escenario de implementación de soluciones naturales del clima (SNC), puedan reducir sus emisiones de carbono en 826.482 toneladas, pasando de 2.168.781 toneladas de CO_2 equivalente que se proyecta en el escenario BAU a 1.342.299 de toneladas de CO_2 equivalente que se proyecta en el escenario bajo la implementación de SNC (Figura **3-48**). Es así como se estima que dicha reducción de emisiones de GEI en humedales, bajo un escenario de mitigación, al 2050 alcance cerca del 61 % de la reducción de las emisiones de GEI proyectadas.

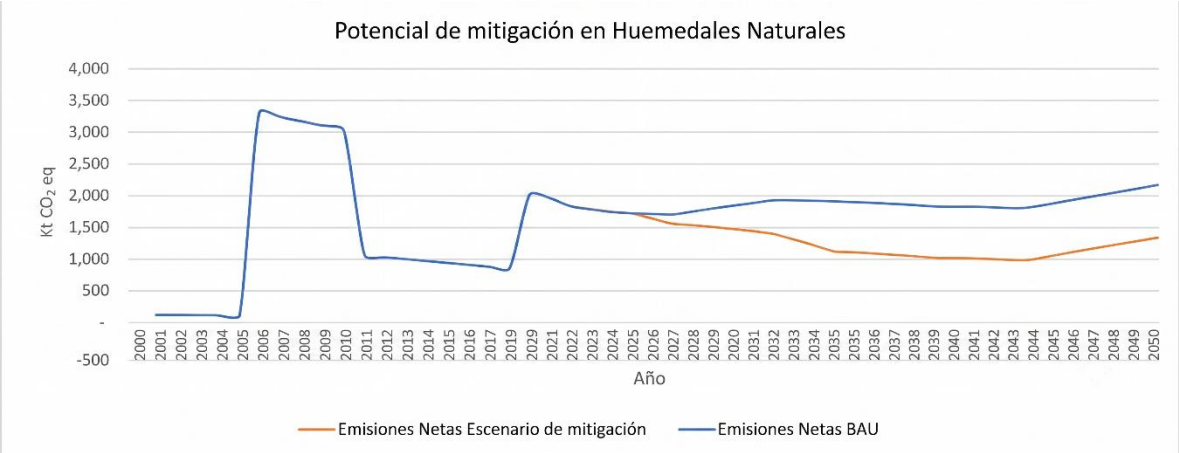


Figura 3-48. Potencial de mitigación de Humedales con SNC versus la línea de referencia BAU

Fuente: Tomado de Ideam (2026)

3.7.4. Potencial de mitigación para herbazales

Los resultados obtenidos evidencian que, bajo los contenidos de carbono Nivel 2 utilizados en este estudio, y las acciones de conservación en herbazales no generan un potencial positivo de mitigación frente a conversiones desde otros tipos de tierras. Este comportamiento obedece a que, para las transiciones evaluadas, las existencias de carbono estimadas resultan superiores a las registradas para los herbazales naturales en los reservorios considerados, particularmente en biomasa y carbono orgánico del suelo.

En consecuencia, con la información existente y disponible para herbazales, la reducción de la conversión de esta cobertura hacia tierras de cultivo no representa una disminución de las emisiones netas de GEI bajo la metodología empleada, sino un mantenimiento de existencias de carbono inferiores a las presentes en la cobertura agrícola. Este resultado pone de manifiesto que el potencial de mitigación de los herbazales depende de la dirección de la transición evaluada y de los contenidos de carbono asociados a cada cobertura, por lo que no todas las acciones de conservación generan necesariamente un beneficio positivo desde la perspectiva exclusiva del balance de carbono.

No obstante, la conservación de los herbazales continúa siendo una medida prioritaria desde la gestión ambiental y la adaptación al cambio climático, debido a su contribución a la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de la conectividad ecológica, la protección del suelo y la provisión de múltiples servicios ecosistémicos, beneficios que no son capturados por la estimación del potencial de mitigación basada exclusivamente por cambios en las existencias de carbono.

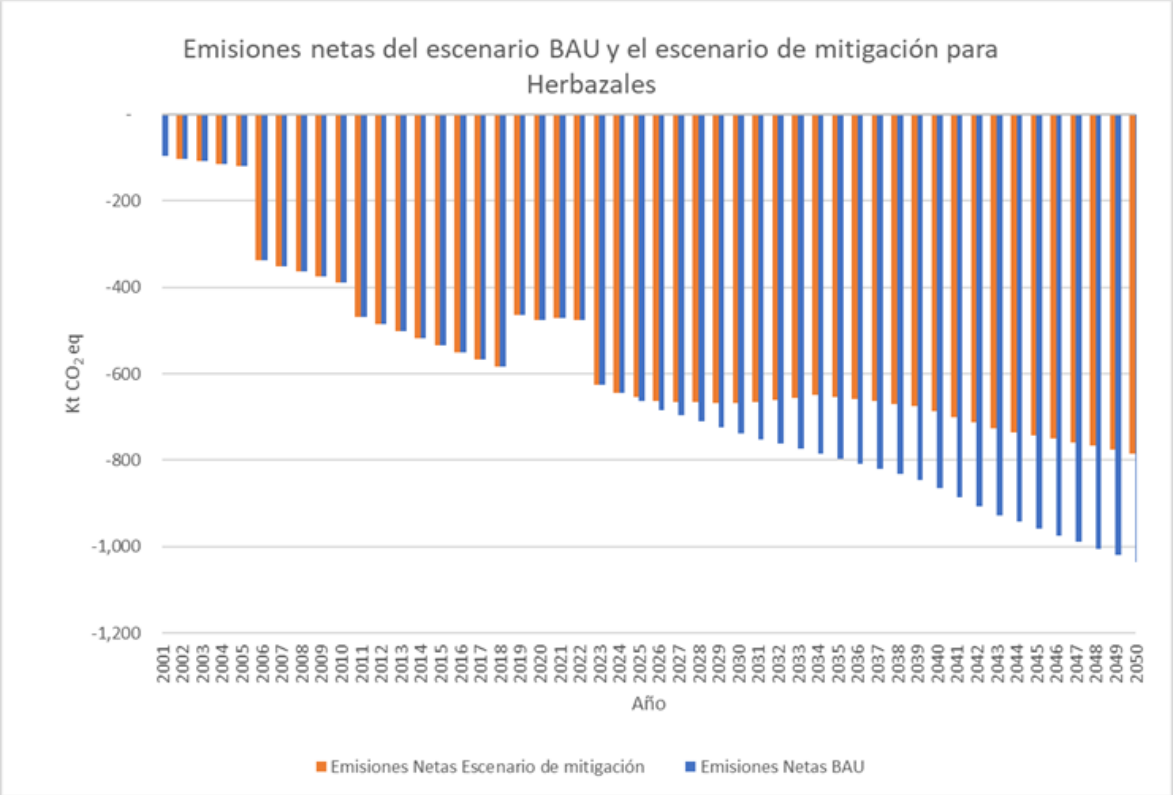


Figura 3-49. Emisiones netas de los escenarios BAU y escenarios de mitigación con SNC en Herbazales

Fuente. Adaptado de Ideam (2026)

Finalmente, los resultados aquí expuestos, hacen parte de un proceso experimental que apenas inicia en torno al estudio de la dinámica del carbono y las emisiones de GEI; la concreción de un Nivel de Referencia de Coberturas No bosque, y el cálculo del potencial de mitigación, es información relevante para la formulación de iniciativas de mitigación de emisiones de GEI. Las señales del progreso presentadas en este documento es apenas el esbozo de un largo y arduo camino que le espera al IDEAM y Ministerio de Ambiente como entidades coordinadoras y responsables de la Meta 46 junto a las entidades aliadas y referenciadas en la NDC 3,0. Del presente ejercicio puede decirse que, el IDEAM, concreta la visualización de los pasos metodológicos necesarios para calcular el potencial de mitigación de acciones de mitigación, así como las necesidades técnicas, metodológicas y operativas para emprender el camino hacia el conocimiento de los potenciales de reducción y mitigación de coberturas no bosque (ver Figura 3-50).

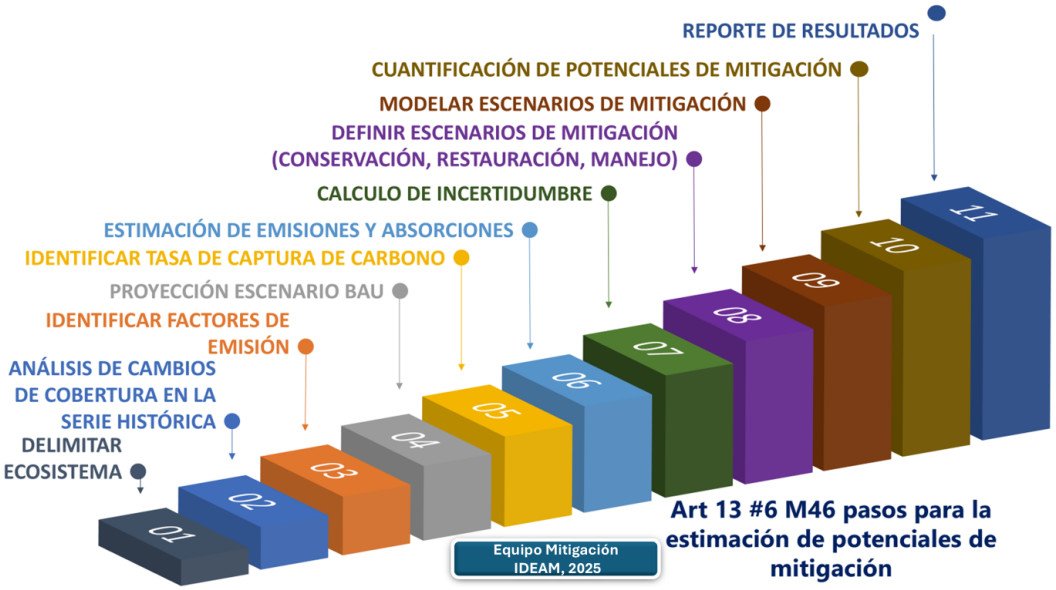


Figura 3-50. Ruta para el cálculo del potencial de mitigación de GEI en coberturas de ecosistemas priorizados

Fuente. Tomado de Ideam, 2025

3.8. Plan de mejora

Como parte del proceso de mejora continua asociada a la calidad del reporte, se presenta el plan de mejora previsto para el presente capítulo, el cual es el resultado del trabajo articulado con los diferentes sectores. A partir de los desafíos y limitantes identificadas se plantean las posibles acciones y plazos tentativos para lograr superarlos. Las mejoras propuestas se desagregan en generales y sectoriales; las primeras hacen alusión a las oportunidades que se plantean en función de las secciones que componen el capítulo y que responden a necesidades específicas que se identifican a partir de algunas MPG, mientras las segundas se focalizan principalmente en la implementación de las políticas, acciones y medidas que se indicaron en la sección 3.4.

3.8.1. Plan de mejora general

Esta sección presenta las oportunidades de mejora previstas para lograr un reporte más robusto asociado a este capítulo. En la Tabla 3-45 se reseñan las mejoras identificadas, las acciones requeridas para su logro, el plazo de realización en términos del reporte a ser presentado, los responsables de la mejora y las necesidades identificadas para lograr su cumplimiento.

Tabla 3-45. Oportunidades de mejora identificadas para el seguimiento a la NDC

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
60	Circunstancias nacionales y arreglos institucionales	Extender el análisis de descomposición de emisiones a los demás sectores distintos a energía para contar con una evaluación integral de las diferentes variables incidentes en el perfil nacional de emisiones.	*Aplicación de modelos de descomposición a los sectores de IPPU, residuos y agricultura.	BTR3	*Principal: Ideam *Entidades de apoyo: Minambiente, DNP, DANE, MinCIT, Minvivienda y Minagricultura.	*Desarrollo de capacidades para el manejo y aplicación de modelos de descomposición de emisiones de GEI. *Apoyo a los sectores para la generación de los insumos requeridos para realizar el análisis de descomposición.
61	Circunstancias nacionales y arreglos institucionales	Fortalecer arreglos institucionales para recopilación, actualización y validación de información PAM, con ciclos claros y responsabilidades formales. Estado: cumple parcialmente.	* Protocolos de intercambio de datos por entidad. * Definir responsables primarios y suplentes. * Implementar validación sector–Minambiente–IDEAM antes y durante preparación del BTR.	BTR3	*Principal: Minambiente e Ideam. *Entidades de apoyo: DNP, ministerios sectoriales, territorios	*Capacidades institucionales permanentes (personal). *Financiamiento para operación MRV.
69	Información necesaria para hacer seguimiento a los progresos de la NDC	Integrar implementación y seguimiento de Planes de Manejo Forestal a la estrategia de Restauración ecológica	* Identificación y priorización de áreas de restauración ecológica en las áreas de PMF aprobadas. * Planificación de actividades de restauración ecológica en el marco del Plan de aprovechamiento definidos en los PMF aprobados. * Implementación de actividades de restauración ecológica.	BTR4	*Principal: Minambiente. *Entidad de Apoyo: Ideam	*Disponibilidad de infraestructura de procesamiento de datos (centro de datos). *Disponibilidad de profesionales expertos para implementación de protocolos.
69	Información necesaria para hacer seguimiento a los progresos de la NDC	Consolidar una base de datos geográfica estructurada de las iniciativas de restauración públicas/privadas validadas (Polígonos, atributos establecimiento)	* Diseño de un protocolo nacional para monitoreo de restauración y regeneración compatible con SMByC. * Definición de criterios mínimos de permanencia, densidad, altura, incertidumbre y validación de campo. * Integración de plataformas DBBSE, SNIF, ANLA y sector privado que reporten áreas de restauración ecológica.	BTR4	*Principal: Minambiente. *Entidades de apoyo: Ideam y ANLA	*Disponibilidad de infraestructura de procesamiento de datos (centro de datos) *Disponibilidad de profesionales expertos para implementación de protocolos. *Disponibilidad de infraestructura de procesamiento de datos (centro de datos).

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
			*Implementación de buenas prácticas de interoperabilidad para actualización periódica semiautomatizadas de bases de datos geográficas de restauración ecológica en la infraestructura del SNIF. * Mejoramiento evolutivo del SNIF para integrar bases de datos geográficas. * Desarrollo de tableros de control en la plataforma del SNIF para analítica de datos de restauración ecológica.			*Disponibilidad de profesionales expertos para implementación de protocolos.
69	Información necesaria para hacer seguimiento a los progresos de la NDC	Implementar el Protocolo de Monitoreo de la Restauración de Bosque con Sensores Remotos, establecidos por el SMByC del IDEAM.	* Adquisición de imágenes de sensores remotos de alta y muy alta resolución, en la frecuencia y formatos requeridos en el protocolo. *Aseguramiento de la calidad de la base de datos geográfica de las áreas de restauración ecológica. * Generación de datos anuales de monitoreo de las áreas de restauración ecológica.	BTR4	*Principal: Minambiente. *Entidades de apoyo: Ideam	*Disponibilidad de infraestructura de procesamiento de datos (centro de datos). Disponibilidad de profesionales expertos para implementación de protocolos.
68	Información necesaria para hacer seguimiento a los progresos de la NDC	Fortalecer la comparabilidad entre versiones del inventario para carbono negro y explicitar puente metodológico entre el valor usado en la NDC 2.0 y la serie recalculada del BTR2.	* Elaboración de tabla de reconciliación entre versiones del inventario de carbono negro. *Cuantificación de cambios por: nuevas categorías, datos de actividad, factores de emisión, reclasificaciones y empalmes. * Presentación de doble interpretación del resultado del indicador 3: progreso con serie recalculada y referencia histórica de formulación NDC.	BTR3	*Principal: Ideam *Entidades de apoyo: Minambiente, sectores de transporte, energía, agricultura e industria (validación de datos de actividad y políticas asociadas).	*Asistencia técnica en inventarios de contaminantes climáticos de vida corta; apoyo para análisis de sensibilidad y descomposición de recálculos.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
69	Información necesaria para hacer seguimiento a los progresos de la NDC	Recopilar información que cuente con el nivel de desagregación y periodicidad necesaria (ej. consumo de diésel por tecnología vehicular, volumen de biomasa quemada, antigüedad de maquinaria) para estimar la mitigación de carbono negro sectorial	* Mapeo de los vacíos de información específicos por sector priorizado (transporte, energía, agricultura). * Definición e institucionalización de los arreglos y protocolos para el reporte obligatorio de variables críticas. * Diseño e implementación de formatos estandarizados de recolección de información que alimenten el inventario nacional y el seguimiento de medidas.	BTR3	*Principal: Minambiente (DAASU). *Entidades de apoyo: sectores de transporte, energía, agricultura e industria	*Asistencia técnica para el diseño, técnico, legal y procedimental de protocolos de reporte interinstitucional. *Talleres de capacitación a los equipos técnicos sectoriales sobre las variables específicas que requiere el cálculo de carbono negro y cómo reportarlas adecuadamente.
69	Información necesaria para hacer seguimiento a los progresos de la NDC	Superar vacíos de información primaria y dependencia de supuestos generales o factores por defecto en la exactitud de las estimaciones de carbono negro.	* Ejecución de estrategias continuas de recopilación de datos primarios (encuestas sectoriales, mediciones en campo entregadas por los proveedores de información en caso de encontrarse). * Refinamiento progresivo de las metodologías de estimación y los factores de emisión basándose en la nueva información recopilada.	BTR3	*Principal: Ideam y Minambiente. *Entidades de apoyo: Sectores de transporte, energía, agricultura e industria	*Financiamiento para el levantamiento estructurado de datos primarios en campo. *Fortalecimiento técnico de los equipos en la gestión de bases de datos complejas, análisis de incertidumbre y actualización iterativa de estimaciones
69	Información necesaria para hacer seguimiento a los progresos de la NDC	Desarrollar el esquema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) consolidado que asegure un flujo eficiente, continuo y verificable de la información mitigada por las diferentes acciones realizadas por los diferentes actores de los sectores. (MRV por medida para contabilidad bottom-up)	* Estructuración del marco de gobernanza del MRV para carbono negro, definiendo roles, frecuencias de reporte y los canales exactos de flujo de información entre entidades. *Implementación de procedimientos estandarizados de Control y Aseguramiento de la Calidad (QA/QC) para depurar la información antes de su consolidación. *Alineación del flujo de datos con los requerimientos de los anexos técnicos de los Informes Bienales de Transparencia (BTR)	BTR3	*Principal: Ideam y Minambiente. *Entidades de apoyo: Sectores de transporte, energía, agricultura e industria	Asistencia técnica para el diseño de manuales de procedimientos MRV y protocolos de QA/QC. Capacitación práctica a los actores sectoriales en la aplicación rigurosa de estos controles de calidad a la información reportada.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
83c	PAM / Interacción entre medidas	Analizar el efecto de la interacción de medidas desde la perspectiva de la contabilidad de resultados de mitigación con el ánimo de evitar el doble conteo	*Identificación de interacciones entre las diferentes PAM sectoriales. *Realización de mesas de trabajo con sectores con medidas que presentan interacción.	BTR3	*Principal: Minambiente e Ideam *Entidades de apoyo: Minagricultura, Minenergía, MinCIT, Mintransporte y Minvivienda	*Fortalecimiento del Sistema de Contabilidad de Reducciones de Emisiones y Absorciones de GEI.
83c	PAM / Interacción entre medidas	Fortalecer el SCRR-GEI para aplicar las reglas de contabilidad en la cuantificación de reducciones logradas	Fortalecimiento del protocolo maestro del SCRR-GEI para que incluya: * Procedimiento(s) operativo(s) permanente(s) para aplicación de las reglas de contabilidad acordadas bajo la CICC, y evitar doble contabilidad en mitigación cuantificada * Jerarquía de contabilización y reglas de exclusión/inclusión. * Integrar reglas en SCRR-GEI/RENARE/+Clima.	BTR3	*Principal: Ideam y Minambiente. *Entidades de apoyo: DNP, ministerios sectoriales, entidades territoriales y sector privado responsables de PAMS	Capacidades en contabilidad de mitigación. *Infraestructura de trazabilidad y apoyo para recopilación de información
83a	PAM / Costeo de medidas	Ampliar la información de costos desde costos marginales de abatimiento hacia costos de implementación, inversión, operación, financiamiento y supuestos (en línea con necesidades de apoyo, factibilidad y priorización de implementación).	Para cada medida, compilar en +Clima información respecto a: * Diferenciar CAPEX, OPEX, costo público, costo privado, costo incremental y costo marginal. * Documentar moneda, año base, tasa de descuento y fuentes. * Incluir rangos de incertidumbre.	BTR3	*Principal: Departamento Nacional de Planeación (DNP) DNP con Minambiente. *Entidades de apoyo: Ministerios sectoriales, empresas públicas/privadas, banca de desarrollo: datos de inversión y financiamiento.	*Financiamiento para estudios económicos; capacidades en evaluación costo-beneficio y finanzas climáticas.
83b	PAM / Enfoques diferenciales e interseccionales	Incorporar información, de manera explícita, sobre el abordaje de los enfoques diferenciales e interseccionales como parte del reporte de la implementación de cada una de las medidas sectoriales de mitigación, en aquellas donde aplique.	*Aumentar la precisión y desagregación de indicadores de género para el reporte de las NDC que incluyen enfoque de género. *Estandarizar formatos de recolección de información sobre mitigación del cambio climático que incluya el enfoque de género. *Sensibilizar y capacitar en enfoque de género a los sectores con el	BTR4	*Principal: Ministerios con medidas de mitigación en la NDC. *Entidades de apoyo: Minambiente, Ministerio de la Igualdad y Equidad e Ideam	Fortalecimiento de la capacidad de procesamiento y análisis de información con enfoque de género de los indicadores y en su consistencia con la NDC.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
			propósito de mejorar el reporte y cumplir con los estándares internacionales en los informes de transparencia climática.			
94	Proyecciones / Escenario con medidas adicionales (WAM)	Colombia ha desarrollado capacidades para la formulación de escenarios de referencia y mitigación en el marco de los procesos de evaluación y formulación de sus NDC, por lo que ha centrado los esfuerzos en el análisis de medidas aprobadas o en implementación. Estas modelaciones han sido incorporadas en los procesos de construcción de los reportes bienales de transparencia presentados por el país, por lo que, persiste la necesidad de comunicar en el marco de los BTR una proyección "con medidas adicionales" (WAM). Lo anterior incluye, el desarrollo de capacidades técnicas y operativas para la construcción y actualización periódica de este escenario.	Fase 1: *Definición de criterios preliminares para la selección y clasificación de medidas planificadas. *Identificación de medidas planificadas para cada sector, tomando como base la información comunicada en las NDC del país, la estrategia de largo plazo, hojas de ruta tecnológicas, planes energéticos, planes integrales de gestión del cambio climático sectoriales, entre otros instrumentos relevantes. *Caracterización de las medidas planificadas con base en la información mínima requerida para la modelación, incluyendo las subcategorías y datos de actividad afectados, posible cronograma de implementación, entre otras. *Cuantificación del efecto esperado en mitigación y comportamiento de variables relevantes. *Construcción del primer escenario WAM para socialización sectorial. Fase 2: *Desarrollo de un análisis de interacción entre las medidas planificadas y las medidas vigentes y en implementación, identificando efectos de doble contabilidad o de segundo orden que limiten el potencial de mitigación de la medida.	BTR4	*Principal: Minambiente *Entidades de apoyo: Ministerios sectoriales con el rol de identificar y caracterizar las medidas planificadas de su sector, aportar información técnica y validar los supuestos: Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de transporte, Ministerio de Industria Comercio y Turismo, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Entidades a cargo de la modelación: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con apoyo del Instituto de Hidrología Meteorología y estudios ambientales para los análisis de mitigación de GEI. Departamento Nacional de Planeación para los análisis en impactos macroeconómicos.	*Fortalecimiento de capacidades sectoriales para el desarrollo de proyecciones propias. *Identificación, centralización y procesamiento de datos para la evaluación de políticas en mitigación. *Desarrollo y mantenimiento de herramientas de modelación en el marco del SINGEI y los instrumentos actuales que informan la sección de proyecciones. Intercambio de experiencias en torno a la modelación y presentación de escenarios WAM. *Fortalecimiento de los equipos técnicos de las entidades involucradas.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
			*Desarrollo e implementación de metodologías para el análisis de incertidumbre asociada a la implementación de medidas planificadas. *Actualización y refinamiento del escenario WAM para comunicación en el marco del BTR. *Documentación de los supuestos y metodologías desarrolladas para evaluar el potencial de mitigación de medidas planificadas y un escenario WAM. *Identificación y documentación de oportunidades de mejora de información para el seguimiento a las políticas planificadas una vez se encuentren adoptadas.			
			Fase 3: *Análisis de impactos macroeconómicos de las medidas planificadas, junto con una verificación de la viabilidad de las medidas desde el punto de vista de planificación nacional.			
95 y 102 (FX)	Proyecciones / Año de inicio de las proyecciones y fortalecimiento institucional.	La proyección de emisiones y absorciones de GEI comunicadas por Colombia en el marco del presente BTR, toma como base los datos del inventario de GEI que se comunicó con el BTR1, en este sentido, el año de partida es el 2021. Desde el año 2022 se realizan las proyecciones en atención a los drivers de crecimiento que se detallan en la sección dedicada a proyecciones de GEI. Así mismo, el país comunica sus proyecciones hasta el término de su NDC3.0, es decir, hasta el año 2035, en atención a la flexibilidad	Fase 1: - Desarrollo de lineamientos metodológicos y operativos para la actualización periódica de las proyecciones nacionales, que sean aplicables a las herramientas actuales empleadas para la proyección de emisiones y escalables a los sistemas tecnológicos e informáticos que el país se encuentra desarrollando como el SINGEI. *Diseño preliminar del ciclo de elaboración de proyecciones.	BTR3	Principal: Minambiente (Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo) *Entidades de apoyo: Ideam (Subdirección de Estudios Ambientales)	*Fortalecimiento de capacidades sectoriales para el desarrollo de proyecciones propias; identificación, centralización y procesamiento de datos para la evaluación de políticas en mitigación. *Desarrollo y mantenimiento de herramientas de modelación en el marco del SINGEI y los instrumentos actuales que informan la sección de proyecciones.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
		enmarcada en el párrafo 95 de las MPG. En consideración de lo dispuesto en el párrafo 102 de las MPG, el país emplea una cobertura temporal y un año de partida diferente al del inventario nacional de emisiones de GEI comunicado como parte del BTR2, reconociendo como oportunidad de mejora la alineación entre ejercicio de estimación del inventario y el desarrollo de proyecciones a ser comunicadas en el marco de los BTR. Así mismo, hasta la fecha el país ha tomado como referencia los ejercicios de proyecciones desarrollados en el marco de los procesos de actualización y presentación de sus NDC, los cuales han sido desarrollados con apoyo de cooperación internacional. Si bien se ha iniciado un proceso de fortalecimiento de capacidades en las diferentes instituciones a cargo del ejercicio de proyecciones, aún es necesario continuar con este fortalecimiento de la gobernanza de la información, en línea con la implementación y puesta en marcha de la infraestructura institucional en el marco del SINGEI y los sistemas MRV nacional y sectoriales. Esta oportunidad de mejora se encuentra en línea con el área de mejora 13.2 del apéndice del reporte de la revisión técnica de expertos del primer reporte bienal de transparencia del país que puede consultarse en el siguiente enlace: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/terr1_2024_COLa01.pdf	*Implementación y operativización de los lineamientos metodológicos, identificando puntos críticos dentro del flujo de procesamiento de datos. Como resultado de esta implementación, las proyecciones deberán actualizarse con la información del inventario comunicado en el marco del BTR2; así mismo, se generará una evaluación de tiempos de implementación, identificación de criterios de integración de datos y características para la comunicación entre las bases de entrada y salida del inventario, las proyecciones y el SINGEI.			*Fortalecimiento de los equipos técnicos de las entidades involucradas.
			Fase 2: * Refinamiento del diseño del ciclo de elaboración de proyecciones del escenario sin medidas (WOM) en articulación con el ciclo de elaboración del inventario de GEI. *Desarrollo de pruebas y retroalimentación del ciclo. * Definición de las consideraciones para tener en cuenta en la actualización de los escenarios de referencia en el marco de la mesa de reglas de contabilidad. *Fortalecimiento de la gobernanza de la información escenario WOM.			
			Fase 3: *Refinamiento del diseño del ciclo de elaboración de proyecciones del escenario con medidas (WM) en articulación con los esquemas de seguimiento a las medidas de			

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
			mitigación sectoriales (ver prerrequisito de la acción). *Desarrollo de pruebas y retroalimentación del ciclo. *Definición de las consideraciones para tener en cuenta en la actualización de los escenarios de mitigación en el marco de la mesa de reglas de contabilidad y el comité técnico de la CICC. *Fortalecimiento de la gobernanza de la información del escenario WM.			
96d	Proyecciones / Análisis de sensibilidad.	El país comunica su análisis de sensibilidad bajo un escenario de menor crecimiento económico (crecimiento del PIB) y una tendencia de baja deforestación en línea con el límite inferior del nivel de referencia forestal. Estas dos variables terminan afectando un porcentaje de las categorías 1A, 2 y las subcategorías 4 que se ven afectadas por deforestación. Esta oportunidad de mejora se encuentra en línea con el área de mejora 13.3 del apéndice del reporte de la revisión técnica de expertos del primer reporte bienal de transparencia del país que puede consultarse en el siguiente enlace: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/terr1_2024_COLa01.pdf	*Fortalecimiento de la estructura de la modelación en línea con las actividades planteadas para la MPG 95, en particular de la fase 1 y 2. *Evaluación de los drivers de crecimiento como impulsores de las subcategorías de emisión priorizadas, el refinamiento del análisis de sensibilidad se hará buscando abarcar las categorías clave del inventario de GEI. *Elaboración del análisis de sensibilidad para el escenario de referencia bajo el enfoque empleado en el BTR2. *Informe de oportunidades para la aplicación de otras metodologías en el análisis de sensibilidad.	BTR3	*Principal: Minambiente (Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo) *Entidades de apoyo: Ideam (Subdirección de Estudios Ambientales).	*Fortalecimiento de capacidades sobre las opciones para la aplicación de otras metodologías en el análisis de sensibilidad, que permitan considerar metodologías complementarias a las ya empleadas por el país y que puedan emplearse bajo la estructura de datos y el nivel de detalle de la información nacional.
97 y 102 (FX)	Proyecciones / Proyección de los indicadores principales.	El país comunica una proyección de los indicadores principales, reconociendo las necesidades de fortalecimiento de la información, los procesos de planificación y definición de políticas en mitigación y el desarrollo de metodologías detalladas y	Como se expresa en la sección dedicada a la proyección de los indicadores clave, el país ha avanzado en el establecimiento de modelaciones tanto para el análisis de GEI, carbono negro y deforestación, sin embargo, se hace necesario fortalecer las	BTR4	Principal: Minambiente (Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo)	Las necesidades de fortalecimiento se subdividen en aquellas expresadas en el marco de la identificación, implementación, evaluación y seguimiento de las políticas, acciones y medidas enmarcadas en los escenarios con medidas reportados en el BTR2, aquellas medidas

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
		aplicables a nivel subnacional o de proyecto que permitan establecer los potenciales y contribuciones específicas de las acciones territoriales. Esto en línea con la necesidad de fortalecimiento de los datos e información que se centraliza en las modelaciones actuales. En consideración de lo dispuesto en el párrafo 102 de las MPG, el país emplea una metodología menos detallada para reportar la proyección de los indicadores principales, reconociendo como oportunidad de mejora y necesidad, el fortalecimiento de los procesos de planificación y modelación descritos en ítems anteriores. Esta oportunidad de mejora se encuentra en línea con el área de mejora 13.4 del apéndice del reporte de la revisión técnica de expertos del primer reporte bienal de transparencia del país que puede consultarse en el siguiente enlace: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/terr1_2024_COLa01.pdf	metodologías empleadas, buscando detallar los efectos asociados a acciones subnacionales. De igual manera, es necesario seguir avanzando en la implementación de acciones priorizadas y la definición de acciones adicionales en aras de avanzar en la mitigación requerida. Presupuesto de carbono: Es necesario adelantar acciones como el desarrollo de escenarios de mitigación alineados con los objetivos establecidos por el presupuesto de carbono nacional, basados en la aplicación de medidas específicas de mitigación. Estos pueden estar enmarcados tanto en la NDC como en la estrategia de largo plazo. Deben estar acompañados de la respectiva documentación y fortalecimiento de capacidades nacionales, en aras de generar una gobernanza de la información para la definición de políticas públicas en cambio climático.		*Entidades de apoyo: Ideam (Subdirección de Estudios Ambientales).	comunicadas en la NDC3.0, y el desarrollo de un escenario con medidas adicionales. Por otro lado, se tienen las medidas relacionadas con el desarrollo de capacidades sobre la aplicación de instrumentos de modelación, fortalecimiento de las estructuras, gobernanza y capacidades operativas que se expresan en el marco del plan de mejora de las MPG 94 y 95, pero también las relacionadas con el reporte del inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas.
103	Otra información relevante	Dividir la categoría humedales en dos subcategorías: Humedales gestionados (represas y embalses) Humedales naturales.	Construcción de una definición operativa para la categoría y las subcategorías propuestas.	BTR3	*Principal: Ideam. *Entidades de apoyo: Institutos de investigación del SINA y sector académico.	Financiamiento de equipos de trabajo de Ideam y de los institutos de investigación del SINA.
103	Otra información relevante	Realizar la delimitación de Humedales naturales del país.	*Identificación de los cambios de uso del suelo. *Creación de algoritmos de identificación de inundación para identificar cambios de cobertura no asociadas a dinámicas naturales.	BTR3	*Principal: Ideam. *Entidades de apoyo: Institutos de investigación del SINA y sector académico.	Fortalecimiento de la capacidad de procesamiento y análisis de información para la línea base de identificación de coberturas priorizadas.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de ejecución	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociadas
103	Otra información relevante	Recopilar información sobre factores de emisión para cada una de las subcategorías de humedales	Consolidación de información sobre carbono para las subcategorías y considerando los diferentes niveles metodológicos (Tier 1, 2 y 3).	BTR4	*Principal: Ideam. *Entidades de apoyo: Institutos de investigación del SINA y sector académico.	Fortalecimiento de la capacidad de procesamiento y análisis de información para la identificación de Factores de Emisión de coberturas priorizadas.
103	Otra información relevante	Incluir la subcategoría de herbazales, asociada a la categoría de pastizales, partiendo de la definición operativa que incluye superficies de herbazales naturales y gestionados del país.	*Consolidación de la definición operativa para la estimación de emisiones GEI asociadas a los herbazales. *Creación de criterios de clasificación que eviten combinar otras coberturas que pueden ser similares a estas categorías de pastizales (humedales). *Elaboración de insumos cartográficos que permitan determinar y delimitar el área asociada a herbazales (gestionados y naturales). *Compilación de información sobre depósitos de carbono para la construcción de factores de emisión para la subcategoría.	BTR4	*Principal: Ideam. *Entidades de apoyo: Institutos de investigación del SINA y sector académico.	Fortalecimiento de la capacidad de procesamiento y análisis de información para la línea base de identificación de coberturas priorizadas.

Fuente: Elaboración propia

3.8.2. Planes de mejora sectoriales

En este espacio se plantean las mejoras evidenciadas por los sectores cartera[59] que tienen responsabilidades de cumplimiento frente a las metas de mitigación indicadas en la NDC y en el marco de lo definido por la Ley 2169 de 2021. Estas oportunidades de mejora responden a la flexibilidad permitida en la MPG 85, para los casos en los que no se logró cuantificar mitigación para una determinada PAM; mientras que, en el caso en que se logra la cuantificación total o parcial de mitigación de una PAM, las oportunidades de mejora se enmarcan en la MPG 86, en respuesta al fortalecimiento metodológico, de supuestos y/o de datos de actividad.

3.8.2.1. Oportunidades de mejora para el sector agricultura

En la Tabla 3-46, se indican las mejoras propuestas para algunas de las PAM que son lideradas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura), cartera responsable de las medidas del sector agricultura. En este plan se reseñan oportunidades de mejora para medidas como: la NAMA de ganadería bovina sostenible, la estrategia de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida del cacao y la NAMA café de Colombia, principalmente.

Tabla 3-46. Oportunidades de mejora para el sector agricultura

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
86	Metodologías y supuestos	*Persiste una alta incertidumbre en el reporte de reducciones por fermentación entérica y manejo de estiércol debido al uso de factores por defecto (Tier 1). Se requiere desagregar los datos de actividad por regiones y sistemas productivos para aplicar metodologías Tier 2 que reflejen el impacto real de las PAMS de mitigación. *Inconsistencia potencial entre datos de actividad (hectáreas/cabezas) y resultados de mitigación, lo que	*Desarrollar un protocolo nacional para el levantamiento de datos de actividad específicos (dietas, peso, manejo de excretas). *Diseñar e implementar la plataforma tecnológica o módulo del sistema MRV sectorial interconectado con el Inventario Nacional de GEI. *Diseñar un módulo piloto de captura de datos en territorio.	BTR3	*Principal: Minagricultura-Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria (o área técnica sectorial de mitigación). *Entidades de apoyo: IDEAM (datos), gremios agropecuarios (implementación), centros de investigación (revisión), entidades adscritas al Minagricultura, Direcciones técnicas del Minagricultura.	*Construcción de capacidades: Capacitación técnica al personal estadístico y sectorial en metodologías Tier 2 del IPCC. *Financiamiento: Apoyo financiero para la implementación del Plan de Acción de ganadería bovina sostenible, en referencia a la Resolución 126 del 2022 del Minagricultura.

59 Los sectores cartera corresponde a la adjudicación de las metas de mitigación por cada uno de los ministerios que tienen responsabilidades frente a la NDC.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
		puede afectar la validación del BTR.	*Implementar pilotos de medición en fincas e Integrar datos satelitales y registros productivos. *Definir protocolo de reporte de resultados parciales. *Documentar limitaciones metodológicas. *Establecer procedimiento de actualización en futuros BTR. *Validación cruzada datos vs resultados. *Definir reglas de gradualidad. *Implementar control de calidad ex-ante.			*Recursos para campañas de muestreo en campo y caracterización de dietas animales en diferentes regiones del país.
86	Metodologías y supuestos	La cuantificación de reducciones de GEI de la actividad de restauración en la NAMA Ganadería está limitada por lineamientos nacionales que exigen reportar únicamente áreas efectivamente restauradas, lo cual restringe su inclusión en el BTR.	*Establecer mesa técnica con Dirección de Bosques de Minambiente (dado el liderazgo con el Plan Nacional de Restauración) para definir planes y protocolos, así como instrumentos normativos. *Armonizar metodologías de monitoreo. *Definir criterios de restauración efectiva. *Integrar información al sistema MRV.	BTR3	*Principal: Minagricultura- Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria (o área técnica sectorial de mitigación). * Entidades de apoyo: Ideam, Minambiente (Dirección de Bosques)	Capacitación MRV, asistencia técnica en monitoreo.
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	*Falta de estandarización en las metodologías y supuestos para contabilizar la captura de carbono en suelo y biomasa en sistemas silvopastoriles,	*Ajustar factores de emisión locales - Implementar pilotos de medición en hatos. *Estructurar los lineamientos	BTR3	*Principal: Minagricultura - Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria (o área	Transferencia de tecnología: Adopción de herramientas digitales y sensores remotos para el monitoreo de biomasa y

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
		agroecológicos y cadenas cero-deforestación. Esto dificulta el reporte preciso de reducciones netas y evita la doble contabilidad entre el sector Afolu (Agricultura, Forestería y Otros Usos de la Tierra) y las metas nacionales. *Uso de factores de remoción agregados que no diferencian sistemas silvopastoriles intensivos y no intensivos. *Incertidumbre en la medición de biomasa por efecto de ramoneo en sistemas silvopastoriles.	metodológicos oficiales y los supuestos de remoción de GEI para arreglos silvopastoriles y agroecología. *Diseñar e implementar la plataforma tecnológica o módulo del sistema MRV sectorial interconectado con el Inventario Nacional de GEI. *Realizar talleres de validación técnica de supuestos con expertos del sector. *Generar factores diferenciados. *Desarrollar pilotos de medición. *Validación técnica con Ideam. *Ramoneo: 1) Estudios técnicos. 2) Ajuste de factores de remoción. 3)Incorporación en MRV.		técnica sectorial de mitigación). *Entidades de apoyo: Fedegán, Ideam, CIAT, Cipav, Agrosavia, entidades adscritas al Minagricultura, Direcciones técnicas del Minagricultura.	cobertura boscosa. Construcción de capacidades: Entrenamiento a los equipos técnicos en el uso del sistema MRV y metodologías de contabilidad de carbono.
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	*Existe una subestimación de las remociones de CO_2 debido a la falta de consolidación y articulación de los registros de productores que implementan sistemas agroforestales (por ejemplo, en sistemas de café, cacao o sombrío). Al no estar vinculados formalmente al sistema de monitoreo, no se pueden aplicar supuestos metodológicos consistentes para estimar el aporte real de estas prácticas a las metas sectoriales.	*Fortalecer los registros de productores que implementan sistemas agroforestales a nivel nacional. *Vincular los sistemas agroforestales en el módulo MRV sectorial para asegurar que la captura de carbono se contabilice de forma estandarizada. *Sistematizar y rastrear experiencias locales y de proyectos de cooperación internacional para	BTR4	*Principal: Minagricultura *Entidades de apoyo: Fedecafé, ICA-Finagro, entidades adscritas al Minagricultura, Direcciones técnicas del Minagricultura.	*Financiamiento: Canalización de recursos de financiamiento verde y líneas de crédito específicas para incentivar la adopción y permanencia de los SAF. *Construcción de capacidades: Programas de capacitación técnica en el diseño, manejo y medición de biomasa en SAF.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
		*Baja representatividad del dato de actividad (cabezas de ganado) limita la estimación de reducción de metano entérico.	estandarizar factores de remoción. *Investigación y estandarización de medición de reducciones de GEI de metano entérico.			*Asistencia técnica: Recursos económicos para robustecer las visitas técnicas de verificación en campo.
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	*Las acciones de mitigación derivadas del cambio tecnológico en fincas (como la adopción de biodigestores para el manejo de biomasa, mejoras en la eficiencia de fertilizantes o prácticas agroecológicas) se reportan de manera fragmentada. La falta de un mecanismo centralizado para rastrear de forma digital la asistencia técnica y los incentivos financieros impide contrastar los reportes en territorio y debilita la verificación del impacto real en la reducción de emisiones. *Dependencia de sistemas externos (ej. monitoreo de bosques) limita la capacidad de reporte de mitigación sectorial.	*Crear un sistema digital de trazabilidad sectorial que unifique los reportes de reconversión. *Vincular bancos de hábitat y otras iniciativas de conservación con incentivos productivos. *Contrastar reportes de asistencia técnica territorial para validar que las tecnologías estén operativas. *Establecer mesas técnicas de monitoreo de información interinstitucional para garantizar la calidad de los datos recopilados. *Definir acuerdos interinstitucionales. *Integrar sistemas MRV. *Establecer flujos de información.	BTR4	*Principal: Minagricultura. *Entidades de apoyo: federaciones-gremios, cadenas productivas.	*Transferencia de tecnología: Desarrollo e implementación de plataformas digitales interoperables y aplicaciones móviles para el registro en tiempo real por parte de los extensionistas. *Construcción de capacidades: Capacitación intensiva a los extensionistas y técnicos territoriales en herramientas digitales de monitoreo. *Financiamiento: Recursos para el diseño de incentivos financieros que premien la reconversión tecnológica medible.

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.2. Oportunidades de mejora para el sector ambiente

En la Tabla 3-47, se indican las mejoras propuestas para algunas de las PAM que son lideradas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), cartera responsable de algunas medidas del sector energía, residuos y LULUCF. En este plan se reseñan oportunidades de mejora para medidas como: Promoción de distritos térmicos para la sustitución de sistemas de enfriamiento de ciudades, restauración ecológica, sustitución de fogones

tradicionales por estufas eficientes y economía circular y reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos, principalmente.

Tabla 3-47. Oportunidades de mejora para el sector ambiente

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Facilitar los mecanismos de reporte por parte de los generadores en sistemas interoperables a fin de evitar duplicidad de datos o reportes	Apoyar o vincularse en uno de los pilotos de interoperabilidad de la información establecidos en el plan de acción de la política de producción y consumo responsable a fin de evitar duplicidad de datos o reportes y facilitar la captura oportuna y confiable	BTR3	*Principal: Minambiente. *Entidades de apoyo: DANE, Ideam, ANLA y Minenergía	Desarrollo de proyectos colaborativos entre gobiernos, entidades del SINA, industrias y sectores productivos para facilitar la interoperabilidad de la información y los reportes de información ambiental. Meta asociada: Realizar en 2027 la evaluación de reportes ambientales donde se pueda ejecutar piloto de interoperabilidad de información.
86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	Recolectar y verificar los datos de reducción de emisiones alcanzados por cada uno de los 8 distritos energéticos que se han desarrollado en el país, para que sea posible su reporte en el próximo BTR.	Diseño del sistema MRV que permita recolectar y verificar los datos de reducción de emisiones alcanzados por cada uno de los 8 distritos energéticos.	BTR3	*Principal: Minambiente. *Entidades de apoyo: ONUDI - GEDP Colombia	Financiamiento para el diseño del sistema MRV. Se realizará con el apoyo del Programa Distritos Energéticos Colombia (GEDP Col) e implementado por ONUDI.
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Acciones para incentivar el reporte por parte de los actores que realizan acciones de restauración en el país.	Espacios de capacitación para el reporte dirigidos a los actores que realizan procesos de restauración.	BTR3	*Principal: Minambiente *Entidades de apoyo: Ideam	Acceso a fuentes de financiamiento para que desde el Minambiente y el Ideam se posibilite la transferencia de tecnología y la construcción de capacidades en torno al aplicativo de proyectos de restauración a cargo del Minambiente y del módulo de restauración a cargo del Ideam.
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Avanzar en el proceso de monitoreo de los procesos de	*Aseguramiento de la información reportada con las especificaciones	BTR4	*Principal: Minambiente	Acceso a fuentes de financiamiento para el desarrollo metodológico y las

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
		restauración ecológica mediante enfoques espacialmente explícitos mediante el uso de herramientas de teledetección.	técnicas necesarias. *Evaluación de las herramientas tecnológicas requeridas para el manejo de la información de restauración. *Articulación interinstitucional para la gestión de la información de restauración ecológica.		*Entidades de apoyo: Ideam	gestiones interinstitucionales correspondientes requeridas para llevar a cabo las acciones de monitoreo de la restauración ecológica empleando sensores remotos y procesamiento de la información.
86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	*Ampliar el reporte de los proyectos de instalación de estufas ecoeficientes desarrollados por entidades territoriales con diferentes fuentes de financiamiento.	Generación de un mecanismo para el reporte estandarizado, dirigido a las Corporaciones Autónomas, gobernaciones y municipios.	BTR3	*Principal: Minambiente. *Entidades de apoyo: Ideam, Departamento Nacional de Planeación (DNP), entidades territoriales (Corporaciones Autónomas, Gobernaciones y Municipios) y formuladores e implementadores de proyectos	*Coordinación interinstitucional para el reporte de proyectos de estufas ecoeficientes. *Ampliar los espacios de socialización del proyecto tipo de estufas ecoeficientes, incluyendo forma de reporte. *Diseño de un sistema de reporte y seguimiento de los proyectos de estufas ecoeficientes a nivel nacional. *Apoyo técnico para la verificación del modelo para la proyección de las emisiones, validación de supuestos y metodología utilizada.
86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	Actualizar y refinar los valores de la fracción no renovable de la biomasa (fNRB) requeridos para estimar las reducciones de emisiones de la medida de sustitución de fogones tradicionales	*Mejoramiento de la información básica necesaria a partir de datos actualizados. *Actualizaciones bianuales de la variable analizada (fNRB).	BTR3	*Principal: Ideam *Entidades de apoyo: Minambiente, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Minagricultura, Instituto Colombiano	Apoyo técnico para la adopción de la herramienta metodológica Tool 30 "*Calculation of the fraction non-renewable biomass*" y su adaptación al contexto nacional.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
		por estufas eficientes.			Agropecuario (ICA) y UPME.	

3.8.2.3. Oportunidades de mejora para el sector industrial

En la Tabla 3-48, se indican las mejoras propuestas para algunas de las PAM que son lideradas por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), cartera responsable de las medidas del sector IPPU y algunas medidas de los sectores de energía y transporte. En este plan se reseñan oportunidades de mejora para medidas como: Procesos de producción sostenible en el sector cemento y Gestión de proyectos para mejora de las operaciones logísticas y manejo de productos en centros de abastecimiento, principalmente.

Tabla 3-48. Oportunidades de mejora para el sector industrial

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	Mejora metodológica en el cálculo y reporte de emisiones de CO_2 provenientes del coprocesamiento de residuos en la industria cementera. Específicamente, se requiere ajustar la contabilidad para combustibles alternos clasificados como mixtos, tales como llantas usadas (mezcla de caucho natural biogénico y caucho sintético fósil) y aserrín impregnado (biomasa residual con presencia de aditivos, resinas o contaminantes de origen fósil). Actualmente, existe el riesgo de sobreestimar las reducciones biogénicas si se consideran como combustibles 100% homogéneos. Es indispensable	*Definir y estandarizar los factores de caracterización y las fracciones de carbono fósil y biogénico para llantas usadas y aserrín impregnado en Colombia. *Desarrollar e integrar los cálculos específicos para combustibles mixtos dentro del sistema de MRV del sector industria liderado por MinCIT. *Articular una mesa técnica con el Ideam y el Ministerio de Ambiente para validar metodológicamente que el ajuste contable se alinee con el Inventario Nacional de GEI y las actualizaciones de la NDC 3.0, evitando la doble contabilidad.	BTR3	*Principal: MinCIT *Entidades de apoyo: Minambiente e IDEAM (validación metodológica y articulación con el inventario nacional); Procemco y Ficem (Proveedores de información, validación metodológica y articulación con las empresas cementeras); Empresas cementeras reportantes: Suministro de datos de consumo de combustibles alternos (ejemplo, toneladas de llantas y aserrín coprocesados).	*Fortalecimiento de capacidades en cuantificación de emisiones por coprocesamiento industrial que apoyen el diseño del protocolo y la actualización de las hojas de cálculo del sector. *Financiamiento para la determinación de la fracción biogénica en matrices complejas de residuos mediante ensayos estándar si se requiere validación empírica. *Ciclos de capacitación técnica dirigidos a los equipos del MinCIT, auditores de verificación y profesionales de sostenibilidad de las plantas cementeras sobre la aplicación de balances de masa y metodologías

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
		separar las fracciones de carbono fósil y carbono biogénico para tratar las emisiones biogénicas como de ciclo neutro.				analíticas para combustibles mixtos.
86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	*Cálculo de una línea base de emisiones para la logística sostenible en el sector industria (empresas industriales / fábricas), centrada en las operaciones logísticas de carga asociadas a centros de abastecimiento. *Fortalecimiento en la captura de datos primarios y secundarios de transporte de carga industrial, y estandarización de las variables operativas requeridas para el reporte y la estimación de reducciones de GEI.	Aproximación a la aplicación de la metodología Logyca a las empresas industriales con logística de fábricas de productividad y sostenibilidad a partir de 2026/2027, partiendo del universo de empresas ya reportantes en la iniciativa. *Identificar y acordar las variables operativas que el sector industria debe reportar para la medida de logística sostenible (consumo de combustible por tipo, toneladas-km transportadas, origen-destino, tipología, edad y configuración de la flota propia o tercerizada). *Consolidar el método de captura estandarizado de reporte voluntario para las empresas del sector industria participantes a través de la plataforma tecnológica de LOGYCA. *Desarrollar y validar la metodología de cuantificación de reducciones de la medida (línea base por empresa con datos históricos desde 2022; medición ajustada por nivel de actividad en kg CO_2eq/ton-km; reporte agregado sectorial).	BTR3	*Principal: MinCIT *Entidades de apoyo: Logyca (operador metodológico y tecnológico, aliado de MinCIT desde 2025); Minambiente e Ideam (validación metodológica y articulación con el inventario nacional).	*Asistencia técnica especializada para el diseño de indicadores de intensidad de carbono en transporte de carga industrial y capacitación a los equipos técnicos del MinCIT en métricas de logística sostenible. *Financiamiento para el escalamiento y operación continua de la plataforma de seguimiento, estandarización metodológica e incorporación progresiva de empresas industriales (meta: 300+ empresas reportantes al 2030). *Transferencia tecnológica para la integración del módulo de logística sostenible al MRV del sector industria del MinCIT (interoperabilidad con SNICC e inventario nacional IDEAM). *Construcción de capacidades y guías prácticas de reporte dirigidas al sector industria y a sus operadores logísticos.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			*Incorporar el módulo de logística sostenible dentro del sistema MRV del sector industria, articulado con MinCIT. *Articular con Mintransporte una mesa técnica intersectorial para alineación de fronteras, evitar doble contabilidad de reducciones y, de ser pertinente, escalar la metodología al sector transporte.			

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.4. Oportunidades de mejora para el sector minero - energético

En la Tabla 3-49, se indican las mejoras propuestas para algunas de las PAM que son lideradas por el Ministerio de Minas y Energía, cartera responsable de las medidas del sector energía. En este plan se reseñan oportunidades de mejora para medidas como: Eficiencia energética, Emisiones fugitivas y Gestión de la demanda, principalmente.

Tabla 3-49. Oportunidades de mejora para el sector minero - energético

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Centralizar y estandarizar el reporte de ahorro energético en centrales de generación.	* Definición y unificación de las variables operativas mínimas de reporte para proyectos de eficiencia (ej. kWh/año ahorrados, tipo de tecnología sustituida, línea base de consumo previo). *Incorporación de métricas de intensidad energética (kWh/PIB, kWh/tonelada producida) y de emisiones	BTR4	*Principal: Minenergía * Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), XM, Agremiaciones generadoras de energía, IDEAM, Min Ambiente, IDEAM	*Asistencia técnica internacional para la parametrización de indicadores de intensidad energética sectorial y capacitación al equipo de la UPME en metodologías de contabilidad de GEI bajo el estándar MRV. - Se requiere capacitaciones al MME y sus adscritas.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			evitadas por unidad de producción, para dar mayor contexto a los ahorros reportados. * Centralización de la información de reporte voluntario y obligatorio en un registro nacional para las empresas que accedan a los beneficios tributarios de exclusión de IVA/Renta por inversiones en eficiencia energética. (Especificar en la contextualización la entidad encargada de centralizar los datos). *Desarrollo de una metodología estandarizada para el cálculo del factor de emisión marginal del SIN aplicable a los ahorros de energía en consonancia con la UPME.			- Generar lineamientos de compromisos vinculantes para las adscritas al Minenergía, en cuanto a los tiempos de entrega de reportes requeridos para eficiencia energética. *Financiamiento para implementación de pilotos. *Construcción de capacidades y guías prácticas de reporte dirigidas a diferentes agremiaciones generadoras de electricidad.
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	* Fortalecer la articulación interinstitucional Minenergía, ANH, Ideam, Minambiente, Organizaciones de la sociedad civil. * Mejorar la cuantificación, monitoreo y trazabilidad de las reducciones de emisiones fugitivas de metano y quema de gas en la cadena de hidrocarburos.	*Creación de la hoja de ruta de metano para dar orientaciones en la gestión de emisiones fugitivas *Establecer un protocolo obligatorio de reporte y verificación para los programas de Detección y Reparación de Fugas (LDAR) que ejecutan las empresas operadoras bajo la Resolución 40066. *Articulación con Agencia Nacional	BTR4	*Principal: Minenergía *Entidades de apoyo: Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), Ecopetrol, operadores de hidrocarburos, Ideam y Minambiente	*Transferencia tecnológica para monitoreo avanzado de metano. *Capacitación técnica en cuantificación de emisiones fugitivas. *Financiamiento para implementación de sistemas de monitoreo y plataformas MRV.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			de Hidrocarburos, que realiza seguimiento a fugas, venteos y penalización. *Diseño e implementación de un formato único digitalizado para el reporte de quema y venteo rutinario y no rutinario de gas natural en campos de producción. *Desarrollo de campañas piloto de medición directa en campo (uso de satélites, drones o cámaras ópticas de imágenes de gas) para validar los factores de emisión locales.			
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Fortalecer el seguimiento de las reducciones de emisiones asociadas a la respuesta de la demanda, medición inteligente y participación activa de usuarios en el sistema eléctrico.	*Desarrollo de metodologías para estimar reducciones de GEI asociadas a gestión de la demanda, documentando claramente los factores de emisión, las tasas de reducción esperadas y/o los escenarios de referencia. *Fortalecimiento de la interoperabilidad y armonización regulatoria de sistemas de medición inteligente. *Implementación de lineamientos para reporte de agregadores de demanda y generación distribuida. *Creación de una interfaz de comunicación	BTR4	Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), XM, Ideam, Minambiente Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	*Asistencia técnica en digitalización y medición inteligente. *Fortalecimiento de capacidades en gestión de datos energéticos y análisis de demanda (entidades de orden nacional, empresas privadas, operadores y similares). *Fortalecimiento institucional para interoperabilidad de plataformas. *Acciones de capacitación a gobiernos locales y operadores regionales.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			directa entre los sistemas de liquidación de XM y el MRV sectorial. * Creación de incentivos para empresas / operadores conforme a la reducción de consumo de energía en horas pico o similares.			
86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	Fortalecer la articulación interinstitucional y sistemas de información, de manera que la información generada por el Ministerio de Minas y Energía, el IPSE y la UPME pueda utilizarse para desarrollar una metodología específica que permita cuantificar y reportar las reducciones de emisiones logradas en las ZNI durante los próximos ciclos del BTR. Este fortalecimiento resulta especialmente relevante considerando la creciente implementación de programas de transición energética en estos territorios en ZNI, como las Comunidades Energéticas, Colombia Solar entre otras.	*Fortalecimiento del sistema de información para las ZNI: Aunque el SIGIPSE, administrado por IPSE, ya genera diversos indicadores para las ZNI, se requiere fortalecer la disponibilidad, trazabilidad y desagregación de la información utilizada para cuantificar reducciones de emisiones. Esto incluiría: i)Identificar las fuentes oficiales de información disponibles para las ZNI, ii)Consolidar una base de datos histórica única con información anual por sistema o localidad, iii)Definir responsables institucionales para el suministro y actualización periódica de la información. La Información mínima requerida a recopilar sería: generación anual por tecnología; capacidad instalada por tecnología; consumo anual de diésel y demás combustibles; entrada en operación de	BTR4	*Principal: Minenergía: *Entidades de apoyo: IPSE (Administrar y fortalecer la información técnica sobre las ZNI, incluyendo la operación del SIGIPSE, consolidando datos de generación, consumo de combustibles, capacidad instalada y proyectos de transición energética necesarios para la cuantificación de reducciones de emisiones), UPME (Apoyar el desarrollo metodológico, los parámetros técnicos y la integración de información energética utilizada para la estimación de reducciones), FENOGE (Aportar información relacionada con la implementación y seguimiento de programas nacionales de transición energética, particularmente aquellos orientados al despliegue de soluciones renovables y Comunidades	*Asistencia técnica y fortalecimiento institucional. *Capacitación al Ministerio de Minas y Energía, IPSE y UPME en diseño metodológico para la estimación de reducción de emisiones; desarrollo del sistema MRV para ZNI; definición del escenario de referencia; aseguramiento y control de calidad. *Fortalecimiento de capacidades para recopilación y análisis de información. *Elaboración de manuales y procedimientos. *Fortalecimiento del gestor de información del IPSE y/o de otros sistemas del sector que recopilen la información para ZNI. *Interoperabilidad entre bases de datos nacionales. *Automatización de indicadores.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			nuevos proyectos; cobertura del servicio; interconexión de sistemas cuando aplique. *Diseño de una metodología específica para cuantificar las reducciones logradas: Desarrollar una metodología de estimación de reducciones consistente con la formulación de la medida y de la NDC, que incluya: i)Definición del escenario de referencia para ZNI, ii)Criterios para estimar generación renovable adicional, iii)Metodología para cuantificar emisiones evitadas por sustitución de generación diésel, iv)Criterios para el tratamiento de ampliaciones de cobertura e interconexión al SIN. *Fortalecimiento de un sistema MRV para el componente ZNI: Diseñar procedimientos permanentes para: i)Recopilación anual de información, ii)Control de calidad, iii)Validación institucional, iv)Trazabilidad de las fuentes, v)Actualización periódica de indicadores. Idealmente, este sistema debería integrarse al sistema MRV		Energéticas en las ZNI).	*Financiamiento: Apoyo para implementación de pilotos incluyendo validación metodológica; documentación de lecciones aprendidas y reporte efectivo de resultados.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			sectorial y articularse con el gestor de información del IPSE y/o con los gestores de información de Minenergía. *Incorporar el reporte de reducciones en futuros BTR: Una vez validada la metodología: Estimar reducciones, documentar supuestos, reportar resultados.			

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.5. Oportunidades de mejora para el sector transporte

En la Tabla 3-50, se indican las mejoras propuestas para algunas de las PAM que son lideradas por el Ministerio de Transporte, cartera responsable de las medidas del sector transporte. En este plan se reseñan oportunidades de mejora para medidas como: Cambio del modo transporte de carga carretero a fluvial río Magdalena y Rehabilitación del corredor férreo La Dorada – Chiriguaná – Santa Marta, principalmente.

Tabla 3-50. Oportunidades de mejora para el sector transporte

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	Estandarizar los parámetros, datos de entrada y supuestos empleados para estimar el impacto de las acciones de mitigación en términos de emisiones mitigadas	Organizar mesas de trabajo interinstitucionales para revisar, armonizar y acordar los supuestos metodológicos, datos de actividad, factores de emisión y demás parámetros empleados en la estimación de emisiones y mitigaciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Esto actividad contempla la revisión de fuentes	BTR4	*Principal: Mintransporte *Entidades de apoyo: Ideam y Minambiente	Recursos técnicos y financieros para la revisión de estudios existentes y el desarrollo de nuevas investigaciones orientadas a la obtención de parámetros específicos para el país.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			de información confiables, la determinación de necesidades de adelantar estudios para obtener parámetros específicos para Colombia, así como la gestión de recursos para lograrlo. Igualmente, incluye el desarrollo de mesas de trabajo para revisar y acordar los parámetros y datos que serán empleados y la consolidación de un procedimiento de revisión periódica entre las entidades			
85 (FX para PAM de PBN y Movilidad activa) y 86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	Fortalecer el proceso de recolección, consolidación y validación de la información requerida para el seguimiento de las acciones de mitigación del sector transporte, mediante la articulación y coordinación con las diferentes áreas del Mintransporte y sus entidades adscritas.	*Establecimiento de mesas de trabajo y canales de comunicación con las entidades adscritas y las diferentes áreas del ministerio para garantizar una articulación continua y eficaz. *Definición de los instrumentos para la captura de información con las entidades adscritas, la concesión RUNT y las diferentes áreas del ministerio que garanticen el suministro periódico de los datos requeridos para el seguimiento del avance de las medidas implementadas. *Refinamiento de procedimientos de recopilación de información sobre la carga y los pasajeros transportados en los modos fluvial, férreo y aéreo, articulando a los	BTR3	*Principal: Mintransporte *Entidades de apoyo: Cormagdalena - Proveedor de información Aerocivil - Proveedor de información ANI - Proveedor de información RUNT - Proveedor de información	Apoyo en el diseño de instrumentos para la recolección de información que estén alineados con el Protocolo Maestro de sistemas MRV, así como los sistemas MRV Nacional y los territoriales

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			diferentes operadores y aerolíneas.			
86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	Mejorar las metodologías para la estimación de la mitigación de GEI por el cambio modal desde el transporte carretero a los modos férreos y fluvial	*Desarrollo de una metodología para la estimación de las mitigaciones logradas por el cambio en el transporte de carga desde el modo carretero hacia los modos fluvial y férreo que incluya la descripción de los supuestos, parámetros, fuentes de información y procedimientos de cálculo requeridos para cuantificar las mitigaciones alcanzadas. *Asimismo, deberá incorporar un enfoque que contemple los viajes complementarios para conectar los modos fluvial y férreo con los puntos de origen y destino de la carga.	BTR4	*Principal: Mintransporte *Entidades de apoyo: Cormagdalena (Proveedor de información) y Agencia Nacional de Infraestructura - ANI (Proveedor de información)	Construcción de capacidades para el desarrollo o adopción de metodologías para la estimación de mitigaciones.
86	Metodologías y supuestos (mitigación lograda)	Mejorar el proceso de estandarización, documentación y socialización de las metodologías para estimar las emisiones evitadas por las medidas que promueven la mitigación de GEI en el sector transporte.	*Elaboración de documentos técnicos que describan de manera detallada las metodologías, supuestos, parámetros, fuentes de información y procedimientos utilizados para la estimación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) evitadas en el sector transporte. Implementación de una estrategia de socialización y divulgación de dichas metodologías entre las entidades responsables, actores sectoriales,	BTR4	*Principal: Mintransporte *Entidades de apoyo: Ideam y Minambiente	Apoyo en el diseño del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de GEI sectorial

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			academia y demás partes interesadas			
	Reporte de reducciones logradas	Publicar periódicamente las emisiones mitigadas por cada una de las medidas de mitigación lideradas por el sector	*Adopción de un mecanismo de publicación periódica de los resultados de emisiones de GEI mitigadas que permita mejorar la disponibilidad de la información, fortalecer los procesos de seguimiento y evaluación, y promover la transparencia en el reporte de los avances en mitigación del sector transporte.	BTR4	*Principal: Mintransporte	No requerido

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.6. Oportunidades de mejora para el sector vivienda y saneamiento básico

En la Tabla 3-51, se indican las mejoras propuestas para algunas de las PAM que son lideradas por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, cartera responsable de las medidas del sector residuos y la medida "Construcción sostenible" que pertenece al sector energía. En este plan se reseñan oportunidades de mejora para medidas como: Construcción sostenible, Gestión integral de residuos sólidos y Aprovechamiento energético del biogás del tratamiento de aguas residuales, principalmente.

Tabla 3-51. Oportunidades de mejora para el sector vivienda y saneamiento básico

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Desarrollar una metodología de estimación sobre el impacto en la implementación de la Resolución 0549 de 2015 (hoy Resolución 0194 de 2025) que se complemente con el mecanismo de seguimiento y control adoptado mediante el anexo 3 de la precitada norma.	*Definición de la metodología que incluya fuentes de información oficial y/o supuestos. *Desarrollo web del mecanismo de seguimiento y control de la Resolución 0194 de 2025 (antes 0549 de 2015).	BTR3	*Principal: Minvivienda *Entidades de apoyo: Ideam (Informe Bienal de Transparencia), DANE (Información estadística sectorial), DNP (Observatorio de Ciudades), Minambiente (Información Cambio Climático),	Articulación interinstitucional entre el Ideam, DANE, DNP, Minambiente, CCCS, CAMACOL, Curadurías Urbanas, entidades territoriales y demás entidades necesarias para la consolidación y procesamiento de la información.

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			*Análisis y consolidación de la información que dé cuenta del impacto en la implementación de la norma.		CCCS y CAMACOL (Dinámica proyectos sostenibles) Curadurías y entidades territoriales: Implementación de la norma en fase de diseño y construcción.	
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Fortalecer los sistemas de información del sector agua potable y saneamiento básico, para asegurar la trazabilidad de los datos, que permita facilitar el monitoreo y la validación de la información correspondiente a las actividades de tratamiento mecánico-biológico.	*Implementación del Decreto 670 de 2025 en su objetivo 6. *Puesta en marcha de un módulo para el reporte de toneladas de residuos orgánicos tratados en el SPA. *Articulación de los reportes sectoriales con el sistema MRV del Minvivienda	BTR3	*Principal: Minvivienda *Entidades de apoyo: SSPD (administrador del sistema de información), DANE (Autoridad nacional en estadística), DNP (Articulación y coordinación institucional), Ideam (formulación y presentación de informes nacionales), Empresas prestadoras del servicio público de aseo (reporte información primaria).	*Fortalecimiento de capacidades en operadores del SPA para garantizar el reporte oportuno y estandarizado. *Capacidades técnicas en DNP, Minambiente, Minvivienda y la SSPD para el procesamiento de la información. *Fortalecimiento en gobernanza para la articulación de actores y reglamentación técnica en gestión de la información (reporte, custodia y trazabilidad).
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Articular las variables del modelo diferencial de inspección vigilancia y control a reportar en el Sistema Único de Información (SUI) con los requerimientos de información para la medida de aprovechamiento de materiales reciclables.	*Diseño e implementación del modelo diferencial de IVC (Superintendencia de Servicios Públicos). *Consolidación y reporte de información (organizaciones de recicladores). *Informes nacionales de aprovechamiento (anuales). *Integración de información para el BTR	BTR3	*Principal: Minvivienda *Entidades de apoyo: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (administrador del sistema de información), Organizaciones de recicladores de oficio - ORO (reporte información primaria), DANE (Autoridad nacional en estadística) e Ideam (formulación y presentación de informes nacionales)	*Fortalecimiento de capacidades en Organizaciones de Recicladores de Oficio (ORO) para garantizar el reporte oportuno y estandarizado. *Capacidades técnicas en DNP, Minambiente, Minvivienda y la SSPD para el procesamiento de la información. *Fortalecimiento en gobernanza para la articulación de actores y reglamentación técnica en gestión de la información (reporte, custodia y trazabilidad).

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Incorporar, como respuesta a la expedición del nuevo Marco tarifario de aseo (municipios >5000 suscriptores), los reportes asociados a captura y quema de biogás en rellenos sanitarios, con los cuales se podrá tener trazabilidad de las reducciones y emisiones asociadas a las medidas de captura, quema y aprovechamiento de biogás en rellenos sanitarios.	*Expedición de la Resolución CRA por medio de la cual se adopta el nuevo marco tarifario de aseo para municipios mayores a 5000 suscriptores. *Diseño e implementación del formulario de reporte por parte de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. *Reporte al Sistema Único de Información - SUI por parte de los operadores de rellenos sanitarios. *Formulación y publicación del informe Nacional de Disposición Final. *Integración de información para el BTR	BTR3	*Principal: Minvivienda. *Entidades de apoyo: Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA (Entidad reguladora de los regímenes tarifarios), Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (administrador del sistema de información), DANE (Autoridad nacional en estadística), DNP (Articulación y coordinación institucional), Ideam (formulación y presentación de informes nacionales) y empresas prestadoras del servicio público de aseo (reporte información primaria).	*Fortalecimiento de capacidades en operadores del SPA para garantizar el reporte oportuno y estandarizado. *Capacidades técnicas en DNP, CRA, Minvivienda y la SSPD para el procesamiento de la información. *Fortalecimiento en gobernanza para la articulación de actores y reglamentación técnica en gestión de la información (reporte, custodia y trazabilidad). *Capacitación y socialización a municipios y prestadores de servicio público de aseo sobre el nuevo marco tarifario.
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Implementación del Decreto 774 de 2025, mediante el cual se establecen las condiciones y criterios para el uso de los biosólidos generados en sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales para la mejora y trazabilidad de información sectorial en la PAM de Gestión de Aguas Residuales Domésticas (GARD).	*Recolección de información sobre caracterización de biosólidos, cantidades de producción por parte de los operadores de PTAR. *Diseño e implementación del formulario de reporte por parte de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. *Reporte al Sistema Único de Información - SUI de cantidades y caracterizaciones.	BTR4	*Principal: Minvivienda. *Entidades de apoyo: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (administrador del sistema de información), DANE (Autoridad nacional en estadística), DNP (Articulación y coordinación institucional), Ideam (formulación y presentación de informes nacionales), empresas prestadoras del servicio público de alcantarillado (reporte	*Fortalecimiento de capacidades en operadores del SPA para garantizar el reporte oportuno y estandarizado. *Capacidades técnicas en DNP, Minambiente, Minvivienda y la SSPD para el procesamiento de la información. *Definición y apoyo a proyectos demostrativos para definir viabilidad, escalabilidad y sostenibilidad. *Fortalecimiento en gobernanza para la

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
			*Integración de información para el BTR		información primaria).	articulación de actores y reglamentación técnica en gestión de la información (reporte, custodia y trazabilidad).
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Optimización en la generación, el procesamiento, administración y monitoreo de la información sobre flujo de materiales y gestión de residuos a nivel nacional en el marco del Plan de Acción del Programa Basura Cero, para la PAM de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS).	*Integración de la información sectorial y territorial relacionada con la gestión de las diferentes corrientes de residuos para el seguimiento a la implementación del Programa Basura Cero. *Definición e implementación de los mecanismos de reporte sobre la actividad de tratamiento de residuos en el servicio público de aseo por parte de la Superintendencia de Servicios Públicos. *Fortalecimiento de la gestión de información sobre generación y comercialización de subproductos y la generación de Gases de Efecto Invernadero provenientes de sistemas de tratamiento o disposición final. *Integración de información para el BTR	BTR3	*Principal: Minvivienda. *Entidades de apoyo: Comité Coordinador de Basura Cero (toma de decisiones frente al programa), Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (administrador del sistema de información), DANE (Autoridad nacional en estadística), Ideam (formulación y presentación de informes nacionales), empresas prestadoras del servicio público de aseo (reporte información primaria), Organizaciones de recicladores de oficio (ORO) (reporte información primaria) y entes territoriales (ordenadores del gasto municipal y formulación de los PGIRS).	Fortalecimiento de capacidades en operadores del SPA para garantizar el reporte oportuno y estandarizado Capacidades técnicas en DNP, Minambiente, Minvivienda y la SSPD para el procesamiento de la información. Fortalecimiento en gobernanza para la articulación de actores y reglamentación técnica en gestión de la información (reporte, custodia y trazabilidad).
85 (FX)	Reporte de reducciones logradas	Establecer metodologías, lineamientos e instrumentos que permitan cuantificar el potencial de mitigación derivado del aprovechamiento energético del biogás generado en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR),	*Elaboración de un diagnóstico nacional del potencial de generación y aprovechamiento de biogás en las PTAR. *Definición de metodologías para estimar el potencial de mitigación asociado al aprovechamiento	BTR3	*Principal: Minvivienda. *Entidades de apoyo: Minambiente (articulación con la política climática y el sistema MRV), Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento básico – CRA (evaluación de	*Fortalecimiento de capacidades en Minvivienda, Minambiente, CRA, SSPD e Ideam para la estimación del potencial de mitigación asociado al aprovechamiento del biogás. *Capacidades técnicas en los

MPG	Aspecto por mejorar	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo de realización	Actores responsables	Necesidades de construcción de capacidades asociados
		incorporando metas de captura y aprovechamiento del biogás en los instrumentos sectoriales.	energético del biogás. *Desarrollo de lineamientos regulatorios y evaluación de incentivos económicos y tarifarios para promover la captura y aprovechamiento del biogás en las PTAR. *Definición de indicadores y metas de aprovechamiento de biogás en los instrumentos de planificación sectorial. Fortalecimiento de los mecanismos de reporte de información sobre generación, captura y aprovechamiento de biogás para su incorporación en el sistema MRV y el BTR.		incentivos regulatorios y tarifarios para el aprovechamiento del biogás), Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (fortalecimiento del reporte de información por parte de los prestadores) y empresas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado (generación y reporte de información e implementación de proyectos de aprovechamiento de biogás).	prestadores de los servicios de acueducto y alcantarillado para el monitoreo, cuantificación y reporte de la generación y aprovechamiento del biogás. *Fortalecimiento de la articulación institucional para el desarrollo de instrumentos regulatorios y metodologías de reporte de información.

Fuente: Elaboración propia

3.9. Anexo 1. Relación entre las medidas de mitigación sectoriales, territoriales y privadas de la NDC 3.0

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
ENERGIA	**Eficiencia Energética en la generación de energía, sector hidrocarburos y minero**	Acciones de eficiencia energética en la cadena de la energía eléctrica, hidrocarburos y minería, con metas y estrategias para la mejora energética, reducción de emisiones y cuantificación de los cobeneficios asociados.	*No se relacionan acciones territoriales o de sector privado*	**Hoja de ruta Transición energética:** Formulación de una hoja de ruta para la transición energética. Aplica para las medidas de Eficiencia energética en la generación, emisiones fugitivas, gestión de la demanda y generación de electricidad.
	Emisiones fugitivas en hidrocarburos y minería	Actividades que favorezcan la adecuada gestión de las emisiones fugitivas en la cadena de hidrocarburos, centrándose en la reducción de fugas, la recuperación de gas asociado, la implementación de medidas de eficacia de quema y la mejora de la información sobre la generación de emisiones fugitivas y medidas para su captura, recuperación y/o aprovechamiento con el fin de monitorear, controlar y reducir dichas emisiones.	**Ecopetrol:** Ecopetrol se comprometió en 2019 a reducir sus emisiones en 20% al año 2030 alineado con la meta país definida en 2015. La compañía espera aumentar su ambición para contribuir a enfrentar los efectos del cambio climático. Para este propósito, la compañía estableció un Plan de Descarbonización fundamentado en 4 líneas de acción: (i) actualización continua del inventario de emisiones de GEI, (ii) implementación de proyectos de reducción de emisiones, (iii) compensación de emisiones a través de soluciones basadas en la naturaleza, y (iv) definición y puesta en marcha de una hoja de ruta hacia la carbono-neutralidad. Dentro de estos proyectos se encuentran: a) Proyecto de aprovechamiento de Gas en Tea, para generar energía eléctrica al Campo Casabe; b) Primera sombrilla de generación solar fotovoltaica de Ecopetrol, que cubre parte de los proyectos incluidos en la meta propuesta por la compañía para generar 400 MW de energías renovables a 2023 para autoconsumo - Ecopetrol (MED_E6). **Ecopetrol**: Implementar iniciativas que contribuyan con la reducción de emisiones de metano asociadas con las actividades del segmento del Upstream. Aplicables principalmente a las emisiones provenientes de pozos de producción.	**MdI requeridos**: Establecimiento de incentivos económicos y apoyo a procesos de importación de tecnologías como los equipos Leak Detection and Repair (LDAR) para facilitar la adopción de tecnologías en línea con la meta de reducción de emisiones fugitivas del sector de hidrocarburos.
	Gestión de la Demanda	Acciones para reducir la diferencia de consumo de energía eléctrica entre horas pico y valle, buscando un aplanamiento de la curva de demanda y	**Gobernación del Quindío:** Turismo sostenible (Salento, Filandia y Pijao) - Quindío (MED_T53): Reducción de consumo energético en	**MdI requeridos**: - Promoción de mecanismos de infraestructura inteligente, la promoción de esquemas tarifarios dinámicos y

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
		la disminución de las emisiones del Sistema Interconectado Nacional (SIN), a través de la gestión de la generación con fuentes menos contaminantes.	iluminación, aire acondicionado y agua caliente sanitaria.	agregadores de demanda, así como la generación de plataformas para gestionar información de consumo energético en tiempo real. - Avanzar en la implementación y evaluar estrategias que permitan reducir el FE en horas valle.
	Generación de electricidad: diversificación de la matriz energética	La diversificación de la matriz energética nacional y la transformación de las Zonas No Interconectadas (ZNI), mediante la dinamización de la generación eléctrica y autogeneración a través de Fuentes No Convencionales de Energías Renovables (FNCER), así como el aumento de la cobertura para la prestación del servicio de energía eléctrica, por medio del uso de tecnologías confiables con un menor factor de emisión o su integración al Sistema Interconectado Nacional.	**Alcaldía de Santiago de Cali:** Granja Solar - Cali (MED_T77): Cuantificación de la reducción de emisiones de GEI asociadas a la generación de energía eléctrica fotovoltaica. **Gobernación del Cauca**: Alumbrado público sostenible - Cauca (MED_T22): Cambio de luminarias e introducción paulatina de tecnologías de fuentes renovables. **Gobernación del Cesar**: Alumbrado público eficiente y bajo en carbono - Cesar (MED_T23): Reemplazo de las luminarias para que funcionen con energías alternativas. **Gobernación de Nariño:** Energización sostenible de zonas rurales - Nariño (MED_T39): Medidas de eficiencia energética y autogeneración. **Gobernación de Putumayo:** Energía solar - Putumayo (MED_T42): Reposición de energía eléctrica de alumbrado público y de viviendas en cuatro (4) municipios, cada 10 años (2020-2030, 2030-2040, 2040 2050). **Gobernación de Antioquia:** - Instalación de sistemas Led en el departamento (Sustitución de medida MED_MT003): Modernizar el sistema de alumbrado público del departamento mediante la sustitución de luminarias obsoletas e instalación de nuevas unidades con tecnología LED, con el fin de mejorar la eficiencia energética, la seguridad y la calidad del servicio. Este proceso de modernización contempla la incorporación de equipos más eficientes que permitan reducir el consumo energético y los costos operativos. - Instalación de soluciones fotovoltaicas en el departamento (Sustitución de medida MED_MT008): Ampliar la cobertura energética en zonas rurales del departamento mediante la instalación de soluciones solares	Además de la hoja de ruta Transición energética, los MdI se encuentran en proceso de identificación.

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
			individuales, garantizando el acceso básico a la electricidad y promoviendo el uso de energías limpias. - Nuevas conexiones del servicio de energía eléctrica en áreas rurales (Sustitución de medida MED_MT009): Ampliar la cobertura energética del departamento mediante la interconexión de nuevas viviendas al Sistema Interconectado Nacional (SIN) **EPM:** 8 Contratos de venta de energía solar fotovoltaica para grandes clientes: 29,6 MW instalados con ingresos acumulados por COP 27,8 millones[55], entre 2020 y 2030 - EPM (MED_E8).	
	Promoción de Distritos térmicos para la sustitución de sistemas de enfriamiento en ciudades.	Acciones destinadas a la promoción y desarrollo de buenas prácticas y uso eficiente del recurso energético en usuarios finales, incluyendo, pero sin limitarse al ascenso tecnológico en refrigeración doméstica, aire acondicionado y la masificación y promoción de distritos térmicos en Colombia, como fuentes centralizadas de energía.	**EPM:** Ingreso de dos nuevos clientes a Distrito Térmico La Alpujarra - EPM (MED_E10).	
	Refrigeración doméstica	Transformación de las líneas de producción nacional de refrigeradores; introducción al mercado de refrigeradores ambientalmente amigables al mercado; establecimiento de un programa nacional de sustitución de refrigeradores domésticos; y gestión de residuos de refrigeración.	*No se relacionan acciones territoriales o de sector privado.*	
	Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector industria	Fortalecer la gestión de la energía y la eficiencia energética, impulsando la sustitución de combustibles fósiles por alternativas más limpias, alineado con la política de reindustrialización y de turismo sostenible y el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE).	**Bavaria:** Aprovechamiento de biogás en las plantas cerveceras de Bavaria a 2030: el biogás es aprovechado del proceso de tratamiento de aguas residuales y se utiliza en los procesos de calefacción. Reemplazo de carbón como combustible por gas natural: modernización de equipos y mejoramiento de la eficiencia energética en la cervecería de Bavaria en Tibasosa, Boyacá a 2030. Reemplazo de energía eléctrica producida con fuentes no renovables y renovables convencionales por energía eléctrica producida con fuentes renovables no	**MdI requeridos:** Apoyo interinstitucional para transferencia y adopción de tecnologías más eficientes.

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
			convencionales para las plantas cerveceras de Bavaria a 2030. Incorporación de neveras y equipos de enfriamiento de mejor eficiencia energética a 2030. Implementación de alternativas de mejor eficiencia energética en la matriz de transporte de carga de Bavaria a 2030.	
	Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras	En línea con la política de reindustrialización y las directrices y lineamientos para el mejoramiento de la calidad del aire, se busca fomentar el desarrollo integral de unidades productivas de fabricación de ladrillos a través de fortalecimiento de capacidades en gestión de la energía y/o mejora de hornos ladrilleros.	*No se relacionan acciones territoriales o de sector privado.*	**MdI requeridos:** Fortalecer los sistemas de información y financiamiento para el subsector.
	Construcción sostenible	En el marco de la Resolución 0194 de 2025, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio promoverá edificaciones sostenibles, mediante la implementación de estrategias para el uso eficiente del agua y la energía en las edificaciones nuevas del país.	**Gobernación de Nariño:** Infraestructura rural educativa baja en carbono y constructora de paz - Nariño (MED_T40): Instituciones educativas construidas y/o remodeladas con estándares de construcción sostenible. **Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS):** Incrementar el número de unidades de vivienda a nivel nacional registradas en el sistema de certificación sostenible y saludable CASA Colombia. Incrementar el número de área (m2) de edificaciones a nivel nacional registrados en el sistema de certificación LEED. Incrementar el número de materiales de construcción verificados por el sistema de verificación de atributos de sostenibilidad del CCCS.	
TRANSPORTE	**Movilidad activa**	Implementación integral de la Estrategia Nacional de Movilidad Activa con enfoque de género y diferencial a través de las siete líneas de acción que promueven la movilidad activa en las ciudades colombianas, y que incremente la participación modal de los modos activos (caminata y bicicleta) en 5,5 puntos porcentuales. Estas acciones se desarrollarán por el Ministerio de Transporte, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Vivienda,	**Alcaldía de Bogotá:** Ciclopista Medio milenio - Bogotá (MED_T72): Construcción de km lineales de la ciclorruta en la ciudad de Bogotá para la mitigación de emisión de gases efecto invernadero en el sector transporte, a través de la provisión de infraestructura exclusiva para el viaje de usuarios de la bicicleta como modo de transporte sostenible. **Gobernación de Casanare:** Promoción de las bicicletas - Casanare (MED_T21): Beneficiar a la salud y la economía de la comunidad en general.	**Desarrollo orientado al transporte ToD (MED_M39)** Generación de lineamientos para la inclusión de principios DOT en los proyectos de renovación urbana en las ciudades colombianas. Fortalecimiento de Sistemas de información y seguimiento de proyectos (Anteriormente Nama ToD). Estos principios aplican como habilitantes para las medidas de movilidad activa; modernización del transporte automotor

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
		Ciudad y Territorio, el Departamento Nacional de Planeación y los gobiernos locales.		de carga (ahora Fopat); y movilidad eléctrica.
	Programa de modernización del transporte automotor de carga	Fondo para la Promoción del Ascenso Tecnológico - Fopat, su objetivo será articular, focalizar, otorgar incentivos reembolsables y no reembolsables y financiar la ejecución de programas orientados a la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos; y a administrar los recursos que otras entidades estatales, mixtas, privadas, multilaterales y/o municipios aledaños a la ciudad de Bogotá aporten para financiar dichos programas. Las siguientes son las subcuentas del Fopat: Taxis; Sistemas de transporte; Vehículos livianos de carga y volquetas; Programa de renovación de vehículos de carga.	**Alcaldía de Bogotá:** Ascenso tecnológico flota troncal y zonal de Transmilenio - Bogotá (MED_T73): Inclusión de vehículos de cero y bajas emisiones en la flota de Transmilenio manteniendo su vinculación a 2030. Primera Línea del Metro de Bogotá - Bogotá (MED_T70): Construcción y puesta en marcha de la primera línea del Metro de Bogotá. TransmiCable - Bogotá (MED_T71): Funcionamiento de los TransmiCables planeados para Bogotá, en los barrios de Ciudad Bolívar y San Cristóbal. **Alcaldía de Cali:** MIO Cable - Cali (MED_T74): Cuantificación de la reducción de emisiones de GEI asociadas a la implementación y entrada en operación del MIO Cable. **Gobernación de Casanare:** Uso sostenible de automotores - Casanare (MED_T20): Promoción de patrones sostenibles en el transporte público, privado y de carga, involucrando al gremio de conductores de taxis, buses, busetas y colectivos, así como sus propietarios.	**MdI requeridos:** RUNT 2.0 para modificaciones y entrega de información, conciliación de instrumentos financieros vinculados en la Ley.
	Movilidad eléctrica	Acciones que permitan acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica, diseñando e implementando políticas con el fin de establecer estándares regulatorios y técnicos para la comercialización y operación de vehículos eléctricos de 2, 3 y 4 o más ruedas, así como la promoción de instrumentos y mecanismos financieros que incentiven el ingreso de vehículos eléctricos. Acciones que permitan avanzar hacia la paridad de precios entre las tecnologías de vehículos eléctricos y vehículos convencionales con el fin de incentivar una mayor demanda de vehículos eléctricos en el mercado. Acciones que permitan la concurrencia entre el gobierno nacional y los entes territoriales para incentivar la transición	**Alcaldía de Cali:** Buses eléctricos - Cali (MED_T75): Cuantificación de la reducción de emisiones de GEI asociadas a la entrada en operación de buses eléctricos a la flota del MIO. Nota: La entidad formuló el indicador de producto asociado al mantenimiento de la reducción de emisiones a 2030. **Gobernación de Cundinamarca:** Regiotram de Occidente - Cundinamarca (MED_T26): Implementación de un sistema férreo que inicia su recorrido en los municipios de Facatativá y continuará sobre rieles por los municipios de Bojacá, Madrid, Mosquera y Funza y, finalmente, el tren arribará a Bogotá. **Gobernación del Valle del Cauca:** Tren de Cercanías del Valle - Valle del Cauca (MED_T61): Proyecto de Sistema de Transporte Férreo Intermunicipal eléctrico con la participación del Distrito especial de Santiago de Cali, y las Alcaldías de Jamundí, Palmira y Yumbo.	**MdI requeridos:** - Sistemas de información: Estructuración del sistema de Monitoreo Reporte y Verificación (MRV) para la medida de movilidad eléctrica; Evaluación de sistemas de información existentes y formulación de nuevos instrumentos. - Fortalecimiento de capacidades: En MRV de la medida, en articulación entre el Gobierno nacional con los territorios y el sector privado, en aras del fortalecimiento del marco regulatorio y técnico para impulsar estas tecnologías.

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
		hacia la tecnología eléctrica en los sistemas de transporte público. Desarrollo de instrumentos financieros que generen condiciones habilitantes para la circulación de al menos 600.000 vehículos eléctricos en el país a 2030. Estas acciones se desarrollarán bajo el liderazgo del Ministerio de Transporte, en coordinación con el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Departamento Nacional de Planeación.		
	Cambio a modo transporte de carga carretero a Fluvial Río Magdalena	Acciones para fortalecer la navegabilidad fluvial del río Magdalena a cargo de la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (CORMAGDALENA).	*No se relacionan acciones territoriales.*	
	Rehabilitación del corredor férreo La Dorada - Chiriguaná - Santa Marta	Acciones que promuevan la rehabilitación de la infraestructura existente en el corredor férreo de la Dorada – Chiriguana con el fin de mejorar las condiciones técnicas, operacionales, de viabilidad comercial y sostenibilidad ambiental y social, para mejorar y aumentar el transporte de carga en el corredor férreo, que tenga el mayor potencial de movilización de carga, de acuerdo con las estructuraciones técnicas.	*No se relacionan acciones territoriales.*	
	Navegación basada en desempeño - PBN	Esta medida busca la adopción de la Navegación Basada en el Desempeño (PBN, por sus siglas en inglés) como estándar operativo en todos los aeropuertos y vuelos nacionales que cuentan con la capacidad tecnológica y de infraestructura, los cuales son: Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cúcuta, Pereira, Riohacha, Rionegro, San Andrés, y Leticia para el año 2030.	*No se relacionan acciones territoriales o de sector privado*	
	Gestión de proyectos para mejora de las operaciones logísticas y manejo de producto en	Promover la descarbonización de los modelos logísticos en la industria mediante el desarrollo de acciones y proyectos orientados a mejorar la productividad, competitividad y	*No se relacionan acciones territoriales o de sector privado.*	**MdI requeridos**: Gestión interinstitucional de habilitantes técnicos y normativos. Fortalecimiento de los sistemas interinstitucionales de información y medición.

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
	centros de abastecimiento	sostenibilidad de las cadenas de valor. Esta medida contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a través de la optimización operativa, la incorporación tecnológica, y la innovación en los sistemas logísticos que articulan la industria, el transporte y los centros de distribución.		
IPPU	**Gestión para la implementación de tecnologías de abatimiento de emisiones de N_2O en la producción de materias primas de fertilizantes**	Avanzar en la producción sostenible en el sector de fertilizantes mediante la incorporación de tecnologías de abatimiento, a través del desarrollo de estrategias conjuntas para la transferencia tecnológica, mecanismos de financiamiento y sostenimiento de la reducción de emisiones, e incorporación de un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV).	*No se relacionan acciones territoriales o de sector privado.*	**Ruta de competitividad empresarial para la adaptación y descarbonización basada en la ciencia (MED_M28):** Crear e implementar alianza que promueva una ruta de competitividad empresarial que integre espacios de articulación, capacitación, asistencia técnica y financiamiento para la definición e implementación de objetivos alineados con la ciencia para la gestión de los riesgos del clima y naturaleza. **Fortalecimiento de sistemas de información sectorial:** Fortalecer el sistema MRV de mitigación del sector de comercio, industria y turismo para el monitoreo a las medidas con participación público-privada **MdI requeridos para la producción sostenible en el sector cemento**: Gestión interinstitucional de habilitantes técnicos y normativos.
	Procesos de producción sostenible en el sector cemento	Impulsar el desarrollo productivo sostenible y la competitividad del sector a través de proyectos que promuevan la descarbonización en su producción mediante el incremento del coprocesamiento, entre otras mejoras prácticas, en línea con las hojas de ruta de reducción de emisiones a 2030 y la de industria del cemento hacia la carbono neutralidad en 2050.	*No se relacionan acciones territoriales o de sector privado.*	
	Reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC)	Acciones que promuevan la reducción de emisiones de GEI debido al uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) con alto potencial de calentamiento global, en diversos ámbitos del uso de estas sustancias.	*No se relacionan acciones territoriales o de sector privado.*	
AGRICULTURA	**NAMA de ganadería bovina sostenible**	Reducir las emisiones de GEI generadas en la producción ganadera e incrementar las remociones de carbono de los agro-ecosistemas dedicados a la ganadería, por medio de un ordenamiento ambiental y productivo a nivel regional, intensificando la producción de los sistemas ganaderos mediante la implementación de	**Gobernación de Antioquia:** - Sistemas silvopastoriles (ssp) para mejorar la producción de carne bovina. - Antioquia (MED_T5): Conversión a SSP de áreas de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial Agropecuario de Antioquia en trópico medio y bajo en jurisdicción de Corantioquia. - Sistemas silvopastoriles (ssp) para mejorar la producción en sistemas productivos bovinos en	**Análisis de impactos de planes, programas y proyectos del sector agrícola (MED_M20):** El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, sus entidades adscritas y vinculadas y cada una de sus dependencias, revisará y analizará los impactos que pueden tener los diferentes planes, programas y proyectos sectoriales, sobre la reducción

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
		Sistemas Silvopastoriles Intensivos y No intensivos, así como el manejo sostenible del sistema para aumentar la eficiencia, promoviendo la conservación y/o restauración de ecosistemas naturales ubicados dentro de las fincas ganaderas a través de la liberación de áreas de pastoreo con fines de restauración, conservación y preservación, incentivando el aprovechamiento de la energía contenida en los residuos generados en subastas ganaderas y plantas de beneficio relacionado con el manejo del estiércol y otros residuos y orientando la optimización de la logística para comercializar leche cruda.	trópico alto (leche) - Antioquia (MED_T6): Conversión a SSP en jurisdicción de Corantioquia. **Gobernación de Arauca:** - Rehabilitación de pasturas - Arauca (MED_T10): Implementación de actividades de rehabilitación de pasturas introducidas y degradadas en Arauquita, Arauca, Saravena, Fortul y Tame. - Sistemas silvopastoriles - Arauca (MED_T11): Intervención en Arauquita, Arauca, Saravena, Fortul y Tame. - Pastoreo racional - Arauca (MED_T12): Fomento de pastoreo racional a través de división de potreros y bancos forrajeros en Arauquita, Arauca, Saravena, Fortul y Tame. **Gobernación de Casanare:** - Rehabilitación de pasturas - Casanare (MED_T15): Implementación de actividades rehabilitación de pasturas introducidas y degradadas en nueve (9) municipios (Trinidad, San Luis de Palenque, Maní, Paz de Ariporo, Hato Corozal, Aguazul, Yopal, Nunchía y Pore). - Sistemas silvopastoriles - Casanare (MED_T16): Intervención en nueve (9) municipios (Yopal, Hato Corozal, Paz de Ariporo, San Luis de Palenque, Trinidad, Maní, Aguazul, Nunchía y Pore). - Pastoreo racional - Casanare (MED_T17): Fomento de pastoreo racional a través de división de potreros y bancos forrajeros en Yopal, Hato Corozal, Paz de Ariporo, San Luis de Palenque, Trinidad, Maní, Aguazul, Nunchía y Pore. **Gobernación del Cesar:** Sistemas silvopastoriles y recuperación de suelos - Cesar (MED_T25): Intervención en el valle del Río Cesar y el valle del Magdalena **Gobernación de Nariño:** Sistema agroecológico en la cadena productiva láctea en la cuenca lechera - Nariño (MED_T41): Incluye la formación de productores en ganadería sostenible. **Gobernación de Putumayo:** Mejoramiento de los sistemas productivos ganaderos - Putumayo (MED_T44): Implementación de Sistemas	de emisiones, la captura de carbono y el uso eficiente del agua y del suelo, que servirán como criterios para la priorización de sus acciones. Igualmente reevaluará cualquier acción que tienda a impactar de manera negativa el ambiente por efectos del uso ineficiente de los recursos naturales útiles para la producción, de acuerdo con los modelos definidos para cada actividad del sector. **Programa de comunicación y capacitación a los productores, comercializadores y extensionistas (MED_M22):** El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural diseñará e implementará un programa de comunicación y capacitación a los productores, comercializadores y extensionistas sobre la importancia del respeto del bosque natural, y sobre cómo optimizar la productividad de sus actividades de manera sostenible, para reducir los riesgos de deforestación y emisiones de GEI. **Transición de la agricultura hacia una producción sostenible y amigable con el ambiente (MED_M23):** El Minagricultura emprenderá gradualmente acciones para promover y desarrollar la transición de la agricultura hacia una producción sostenible y amigable con el ambiente, en concordancia con la reducción de emisiones de GEI, incluyendo la creación y/o reestructuración de incentivos y sellos diferenciales por producción limpia y buenas prácticas agrícolas. **MdI requeridos:** - Diseño e implementación de un sistema robusto de seguimiento a indicadores y metodologías que permitan dar cuenta del cumplimiento de acciones. - Uso de instrumentos financieros y movilización de recursos destinados al desarrollo de políticas públicas que respalden la implementación de la NAMA.

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
			Agrosilvopastoriles (SASP) en 5 sistemas productivos ganaderos mejorados en 11.666 hectáreas de pastos con reconversión a SASP, cada 10 años (2020-2030, 2030-2040, 2040 2050).	- Certificación y trazabilidad de productos ganaderos y generación de mercados diferenciados para carne y leche producidos bajo estándares sostenibles.
	AMTEC 2.0 Producción de arroz	Reducción de emisiones de GEI en producción de arroz a través de la adopción masiva de tecnología (AMTEC 2.0) en Colombia. El método AMTEC es un modelo de transferencia de tecnología basado en la sostenibilidad y la responsabilidad social, que propende por la organización, la competitividad y la rentabilidad del productor, implementando tecnologías en forma integral masiva para aumentar los rendimientos y reducir los costos de producción en el cultivo del arroz. Incluye pronósticos del tiempo - modelamiento de cultivo, agricultura de precisión y el sistema de riego por múltiples entradas (MIRI, por sus siglas en inglés).	**Gobernación de Arauca:** Uso eficiente de fertilizantes - Arauca (MED_T13): Implementación en cultivos de maíz, arroz y cacao en cuatro (4) municipios (Arauca, Arauquita, Tame y Saravena). **Gobernación de Casanare:** Uso eficiente de fertilizante - Casanare (MED_T18): Implementación en cultivos de maíz, arroz y cacao en cuatro (4) municipios (Yopal, San Luis de Palenque, Nunchía y Villanueva).	**MDI requeridos:** - Fortalecer la investigación, el desarrollo, la innovación y la transferencia de tecnologías, capacitación y extensión en la cadena de arroz. - Mejorar la información y la gestión del conocimiento asociado a la cadena de arroz.
LULUCF	**Plantaciones forestales comerciales**	Desarrollo y consolidación de la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales como contribución a la captura de GEI. Articulación técnica y económica para la producción de madera de plantaciones forestales con fines comerciales con el plan de acción de la cadena Plan Forestal Comercial-PFC.	**Gobernación de Arauca:** Fomento de plantaciones de cultivos permanentes con alta cantidad de biomasa - Arauca (MED_T14): Fomento de plantaciones de caucho, cacao y forestales comerciales, en dos (2) municipios (Tame y Arauquita). **Gobernación de Casanare:** Fomento de plantaciones de cultivos permanentes con alta cantidad de biomasa - Casanare (MED_T19): Fomento de plantaciones de cultivos permanentes con alta cantidad de biomasa (caucho, cacao y forestales comerciales), en siete municipios (Villanueva, Yopal, Tauramena, San Luis de Palenque, Orocué, Paz de Ariporo y Hato Corozal). **Gobernación de Putumayo:** Sector forestal como pilar de desarrollo - Putumayo (MED_T46): Incentivar los planes comunitarios de manejo forestal para impulsar el sector forestal como pilar de desarrollo en el departamento del Putumayo.	**MdI requeridos:** - Evaluación y ajuste de las líneas de créditos para el sector agropecuario, el Fondo de Inversión Forestal Colombia (FIFC), los incentivos (Certificado de Incentivo Forestal - CIF, Incentivo al Seguro Agropecuario – ISA y el Incentivo a la Capitalización Rural - ICR) y los beneficios tributarios con el fin de impulsar, entre otros, el crecimiento del área de plantaciones forestales con fines comerciales y su cadena productiva. - Se requiere definir el mecanismo de MRV (basado en la información del registro y certificado de movilización ante el ICA y el registro de plantaciones derivado de la implementación del CIF) para reporte de información y verificación con base de datos Finagro Y Minagricultura. - Articular información estadística entre VUF, Ideam y entidades adscritas al Minagricultura como acciones para el

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
				fortalecimiento SIOC y su interoperabilidad.
	Estrategia de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida del cacao	Estrategias de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida de la producción de cacao (Theobroma cacao). La medida espera que, con el aumento de áreas dedicado al cultivo de cacao bajo sistemas agroforestales, así como la renovación y rehabilitación, incremente el stock de carbono y se absorba CO2 proveniente de otras fuentes de emisiones. Dado que para el sector productivo solamente el 7,6 % de las unidades productivas utilizan fertilizantes químicos y el 6,5 % aplican fertilizantes orgánicos CIAT - USDA (2019), no se tendrá en cuenta el uso de fertilizantes en la cuantificación de reducción de emisiones. Asimismo, dentro de las acciones planteadas no se analizaron proyecciones para sistema postcosecha y beneficio de cacao.	*No se relacionan acciones territoriales.*	
	NAMA Café de Colombia	La NAMA Café está orientada a la reducción de emisiones de GEI en cuatro frentes: (i) mejores prácticas en la fertilización del café, (ii) reestructurar áreas establecidas con café a libre exposición solar, (iii) Fomento de la implementación de sistemas de tratamiento de aguas mieles con quemadores de metano, y (iv) Cambio de combustibles en secadores mecánicos de café. Proponer e implementar estrategias para la mitigación de Gases Efecto Invernadero generados en las etapas de producción, cosecha y postcosecha del café de Colombia a nivel de finca. La NAMA Café de Colombia define las medidas y acciones de mitigación al cambio climático en la producción de café, particularmente en los procesos llevados a cabo en las fincas (cultivo y	**Gobernación del Cesar:** Programa piloto de caficultura climáticamente inteligente - Cesar (MED_T24): Programa piloto de caficultura climáticamente inteligente en la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta. Alianza intersectorial (estado, gremios y sector privado). **Gobernación del Quindío:** Café compatible con el clima - Quindío (MED_T51): Implementación de sistemas agroforestales, incluyendo asistencia técnica en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), forestal, huerta casera y fertilización orgánica.	**MdI requeridos:** - Desarrollo de un modelo económico y de financiamiento que permita poner en marcha las acciones prioritarias identificadas en la NAMA Café. - Definición de la estructura institucional necesaria para la implementación y operación, contemplando la creación de un Comité de Gestión de la NAMA Café de Colombia

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
		postcosecha) hasta obtener el café pergamino seco. También identifica y cuantifica las potenciales reducciones de GEI, y pretende cuantificar los cobeneficios ambientales, económicos y sociales asociados, que contribuyen a los objetivos de desarrollo sostenible del país. Adicionalmente, plantea los mecanismos de financiamiento de las medidas y acciones propuestas, establece un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) para el seguimiento, y lineamientos para la implementación.		
	Estrategia integral del subsector panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva (NAMA Panela)	Mejoramiento de las prácticas de producción de panela y restauración de sistemas naturales afectados a nivel local y nacional. Este componente tiene como objetivo lograr un aumento de la cobertura vegetal de los cultivos, mecanismos medibles para compensar la deforestación histórica y el manejo eficiente de fertilizantes nitrogenados, con sustitución parcial y gradual por fertilizantes orgánicos, cuando sea factible. Los resultados específicos esperados para este componente incluyen mapeo de distribución de tipos de suelo en 14 departamentos del país, planes de repoblamiento de cañas, planes de reforestación con especies nativas y estrategias demostrativas de reducción de fertilizantes nitrogenados con sustitución gradual por fertilizantes orgánicos siempre y cuando sea factible.	*No se relacionan acciones territoriales.*	**MDI requeridos:** - Desarrollo de mecanismos financieros basados en crédito para apoyar a los productores de panela en la replicación y mejora de la tecnología. - Identificación de fuentes de financiamiento alternas para el desarrollo de la NAMA en territorio panelero.
	Restauración ecológica	Iniciativa para la masificación de la restauración ecológica, busca comenzar o acelerar procesos de restablecimiento de un área de ecosistema boscoso degradada, dañada o destruida en relación con su función, estructura y composición, en línea con el Plan Nacional de Restauración.	*No se relacionan acciones territoriales o de sector privado.*	**Sistemas de monitoreo y detección temprana de incendios forestales (MED_M48):** Acciones tendientes al desarrollo de sistemas de monitoreo y detección temprana de incendios forestales mediante el uso de tecnologías avanzadas y/o sistemas comunitarios para el suministro de información que permita la toma eficaz, eficiente y oportuna de

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
				decisiones en torno a la gestión de incendios forestales. Actividades: Articulación entre instrumentos y actores clave para la operación y seguimiento incluyendo Minagricultura, ANT, Ideam, entre otros. **Programas y proyectos de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) con incorporación de la gestión del cambio climático y enfoque en ecosistemas (MED_M51):** El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptará una guía nacional para la formulación, desarrollo, monitoreo, reporte y evaluación de impacto de la implementación de programas y proyectos de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) que incorpore la gestión de cambio climático, la integración con el enfoque en ecosistemas, así como los aportes a la economía, los beneficios a la biodiversidad y a las comunidades humanas. El enfoque en SbN será parte fundamental del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático del Sector Ambiente, para alcanzar el objetivo de carbono neutralidad fijado por el país a 2050. **Estrategia de involucramiento de actores públicos y privados para el cumplimiento del artículo 15 de la Ley 2169 de 2021. (MED_M55, MED_M56 y MED_M57):** El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, desde la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo y la Oficina de Negocios Verdes facilitarán mecanismos, acciones, acuerdos u otras herramientas de gestión, reconocimiento y/o fortalecimiento de capacidades para entidades del orden nacional (M57), territorial (M55) y sector privado (M56) según lo establecido en los numerales 3, 4 y 5 del Artículo 15 de la Ley 2169 de 2021. **MdI requeridos:**

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
				- Fortalecimiento del seguimiento a proyectos de restauración y al Sistema Nacional de Información Forestal - SNIF. - Generar espacios técnicos de articulación con los diferentes actores para la formulación de proyectos de restauración. - Implementar el sistema MRV. Estandarización de metodologías de reporte. - Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) en el monitoreo de las áreas restauradas.
	Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes	Se busca prevenir la degradación de los bosques por la disminución del uso de leña en los hogares rurales mediante la implementación de estufas eficientes que utilizan una menor cantidad de este combustible para la misma demanda de energía. De igual manera, se reconoce el impacto de esta medida en la reducción de emisiones de carbono negro y sus cobeneficios en salud. Esta acción se articulará con las apuestas planteadas desde el Plan Nacional de Sustitución de Leña.	**Corporación Autónoma Regional del Tolima- Cortolima:** Construcción de estufas ecoeficientes más huerto leñero en el Departamento del Tolima (Nueva medida): Disminuir el consumo de leña proveniente de bosques naturales mediante la implementación de estufas ecoeficientes en comunidades rurales del Departamento del Tolima, promoviendo el uso de tecnologías energéticas limpias y sostenibles. Esta medida contribuye a la mitigación del cambio climático al reducir emisiones de gases de efecto invernadero y a la adaptación mediante la mejora en la calidad de vida y salud de la población vulnerable. La población objetivo son hogares rurales que dependen de la leña como principal fuente de energía. Se busca fomentar la transición hacia una economía baja en carbono, proteger los ecosistemas y fortalecer capacidades locales en sostenibilidad ambiental.	**Estrategia de involucramiento de actores públicos y privados para el cumplimiento del artículo 15 de la Ley 2169 de 2021. (MED_M55, MED_M56 y MED_M57):** El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, desde la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo y la Oficina de Negocios Verdes facilitarán mecanismos, acciones, acuerdos u otras herramientas de gestión, reconocimiento y/o fortalecimiento de capacidades para entidades del orden nacional (M57), territorial (M55) y sector privado (M56) según lo establecido en los numerales 3, 4 y 5 del Artículo 15 de la Ley 2169 de 2021.
	Reducción intersectorial de la deforestación	El objetivo de la Estrategia Integral de Control a La Deforestación y Gestión de Bosques es reducir la deforestación de los bosques promoviendo y estableciendo una gestión forestal en el territorio colombiano, bajo un enfoque de desarrollo rural integral sostenible, que coadyuve al buen vivir de las comunidades locales, contribuya al desarrollo local y aumente la resiliencia ecosistémica fomentando la adaptación y mitigación del cambio climático. Para	El país, dentro de su NDC 2.0, no consigna acciones territoriales específicas asociadas a esta medida intersectorial. No obstante, ha avanzado en la articulación sectorial y territorial, a través de ejes programáticos, entre los cuales se resaltan: el Programa Visión Amazonía y la Declaración Conjunta de Intención (DCI); proyectos REDD+ en mercados voluntarios de carbono a partir del mecanismo de no causación del impuesto al carbono; Esquemas de pagos por servicios ambientales y conservar	**Sistemas de monitoreo y detección temprana de incendios forestales (MED_M48):** Acciones tendientes al desarrollo de sistemas de monitoreo y detección temprana de incendios forestales mediante el uso de tecnologías avanzadas y/o sistemas comunitarios para el suministro de información que permita la toma eficaz, eficiente y oportuna de decisiones en torno a la gestión de incendios forestales.

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
		ello, se vale de la implementación de actividades REDD+; acciones intersectoriales y de control de la deforestación coordinadas en el CONALDEF junto con el documento CONPES "Política nacional para el control a la deforestación y la gestión de los bosques", incluyendo medidas de los respectivos PIGCCS sectoriales; acuerdos Cero Deforestación con las Cadenas de Carne, Lácteos, Aceite de Palma y Cacao; y Pacto Intersectorial por la Madera Legal en Colombia; esquemas de Pago por servicios ambientales; y articulación con meta de incendios forestales.	paga; así como los acuerdos cero deforestaciones en cadenas productivas.	Actividades: Articulación entre instrumentos y actores clave para la operación y seguimiento incluyendo Minagricultura, ANT, Ideam, entre otros. **Programas y proyectos de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) con incorporación de la gestión del cambio climático y enfoque en ecosistemas (MED_M51):** El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptará una guía nacional para la formulación, desarrollo, monitoreo, reporte y evaluación de impacto de la implementación de programas y proyectos de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) que incorpore la gestión de cambio climático, la integración con el enfoque en ecosistemas, así como los aportes a la economía, los beneficios a la biodiversidad y a las comunidades humanas. El enfoque en SbN será parte fundamental del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático del Sector Ambiente, para alcanzar el objetivo de carbono neutralidad fijado por el país a 2050. **Plataforma GANABOSQUES (MED_M21):** El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en coordinación con el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, adoptarán medidas para controlar la movilización de ganado en aquellas zonas y territorios afectados por la deforestación, en especial aquellos que se encuentren por fuera de la Frontera Agrícola, para lo cual se implementarán una plataforma interoperable con otros sistemas de monitoreo y control para el seguimiento a la movilización de ganado, la cual deberá complementarse con la información del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono -SMBC administrado por el IDEAM. **Estrategia de involucramiento de actores públicos y privados para el cumplimiento del artículo 15 de la Ley**

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
				2169 de 2021. (MED_M55, MED_M56 y MED_M57): El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, desde la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo y la Oficina de Negocios Verdes facilitarán mecanismos, acciones, acuerdos u otras herramientas de gestión, reconocimiento y/o fortalecimiento de capacidades para entidades del orden nacional (M57), territorial (M55) y sector privado (M56) según lo establecido en los numerales 3, 4 y 5 del Artículo 15 de la Ley 2169 de 2021.
RESIDUOS	**Gestión integral de los residuos sólidos**	Esta medida se enmarca en el Decreto 0670 de 2025 – Programa Basura Cero, el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial (PIGCCS) del sector vivienda, la Política de Crecimiento Verde y los lineamientos nacionales de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Su propósito es promover el diseño, implementación y operación de tecnologías de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos como actividad complementaria al servicio público de aseo, contribuyendo a reducir progresivamente la disposición final de residuos potencialmente aprovechables y las emisiones asociadas a su gestión. Las principales acciones comprendidas en esta medida son: - Gestión y promoción de Sistemas de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB): impulsar la implementación de tecnologías que permitan la separación, tratamiento y valorización de residuos orgánicos e inorgánicos, favoreciendo la reducción del volumen dispuesto en rellenos sanitarios. - Aprovechamiento de materiales reciclables: fortalecer los procesos de separación en la fuente y reciclaje, integrados al Decreto Basura Cero, con el fin de disminuir las emisiones de GEI, ahorrar energía y materias primas, y consolidar la economía circular bajo	**Gobernación de Nariño:** Gestión integral de residuos sólidos urbanos - Nariño (MED_T38): Triplicar la tasa de aprovechamiento de residuos frente al 2015. **Gobernación de Putumayo:** Mejoramiento de los sistemas de saneamiento básico y aprovechamiento adecuado de los residuos sólidos y aguas residuales - Putumayo (MED_T48): Actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) según las necesidades vigentes y en adaptación a las condiciones de inundaciones con socavación lateral, movimientos en masa y avenidas torrenciales. **Gobernación de Santander:** Gestión integral de los residuos sólidos - Santander (MED_T55): Construcción de centros de producción de bioenergía basada en residuos sólidos, construcción de un parque tecnológico y ecoturístico para el aprovechamiento del reciclaje, y captura y quema de metano en rellenos sanitarios en el Área Metropolitana de Bucaramanga (4 municipios) y Soto Norte. **Gobernación de Antioquia:** - Ampliación y construcción de vasos para la disposición final de residuos sólidos (Sustitución de medida MED_MT002): Fortalecer la gestión integral de los residuos sólidos en los municipios del departamento mediante la construcción, mejoramiento y optimización de rellenos sanitarios y sistemas de disposición final, con el objetivo de garantizar un manejo adecuado de los residuos, prevenir impactos ambientales y proteger la salud pública.	**Sistemas de información sectorial para MRV en residuos (MED_M7):** Fortalecer los sistemas de información sectorial en el marco del Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de las reducciones de GEI, priorizando inicialmente la actividad de tratamiento de residuos y ampliando progresivamente su alcance hacia otras medidas del sector vivienda, como la construcción sostenible. Este fortalecimiento permitirá mejorar el seguimiento de los flujos de proceso, así como la cantidad, calidad y destino de los residuos tratados, garantizando una gestión más precisa y transparente de la información para la toma de decisiones y la medición del impacto climático sectorial. **Alianzas público-privadas para la financiación y operación del tratamiento de residuos sólidos (MED_M8):** Evaluar la fórmula tarifaria para determinar los costos reales de la actividad de tratamiento, con el propósito de reconocer los beneficios en la reducción de emisiones de GEI que, de otra forma, se generarían en los sitios de disposición final, y que incentive la implementación de alianzas público-privadas que aseguren la financiación y operación especializada. **MdI requeridos:** Fortalecimiento de los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación; Gestión interinstitucional de habilitantes técnicos y normativos.

SECTOR IPCC	MEDIDA DE MITIGACIÓN	ALCANCE	ACCIONES TERRITORIALES Y DE SECTOR PRIVADO / MDI REQUERIDOS	HABILITANTES DE LA MITIGACIÓN y MEDIOS DE IMPLEMENTACIÓN (MdI)
		criterios de viabilidad económica y sostenibilidad ambiental. - Captación, conducción y quema de biogás en rellenos sanitarios: promover la instalación de sistemas para el control y manejo del biogás, en articulación con el PIGCCS Vivienda y el Decreto Basura Cero, con el objetivo de reducir emisiones de gases de efecto invernadero, diversificar fuentes de energía renovable y generar beneficios ambientales y económicos. - Aprovechamiento de biogás: fomentar el diseño e implementación de sistemas de uso y aprovechamiento del biogás (cogeneración eléctrica o térmica, y la producción de biometano) capturado en rellenos sanitarios existentes y nuevas celdas, contribuyendo a la transición energética y la mitigación del cambio climático.	- Construcción de estaciones de clasificación, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos orgánicos y aprovechables (Sustitución de medida MED_MT004): Promover la gestión sostenible de los residuos sólidos mediante la implementación de infraestructura para su aprovechamiento y tratamiento, con el propósito de reducir la disposición final en rellenos sanitarios, minimizar los impactos ambientales y fortalecer la economía circular en los municipios del departamento. **ABACO**: Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular metano, mediante la recuperación y redistribución de alimentos excedentes que, de no ser aprovechados, se convertirían en residuos orgánicos en Colombia, a través del rescate de alimentos realizado por la Red de bancos de Alimentos en Colombia ABACO, que contribuye simultáneamente a la mitigación y a la adaptación al cambio climático.	
	Aprovechamiento energético del biogás en el tratamiento de Aguas Residuales Domésticas - GARD	Medidas enmarcadas en la gestión de aguas residuales domésticas priorizadas en el marco del PIGCCS contemplando de manera integrada la gestión de biogás mediante quema y/o aprovechamiento en PTAR y la reducción de emisiones GEI a través del aumento en cobertura en el tratamiento de aguas residuales domésticas.	**Gobernación de Antioquia:** Construcción y optimización de sistemas de tratamiento de aguas residuales (Sustitución de medida MED_MT001): Fortalecer la gestión del saneamiento básico en los municipios del departamento mediante la construcción, rehabilitación y optimización de sistemas y plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), con el propósito de mejorar la calidad ambiental, reducir la contaminación hídrica y beneficiar a la población con un adecuado manejo de los vertimientos domésticos. **EPM:** Aprovechamiento de biometano en la PTAR de San Fernando: Adjudicación e inicio de la ejecución del proyecto para inyección a la red de gas natural - EPM (MED_E7).	

3.10. Anexo 2. Descripción de los supuestos aplicados para modelar las medidas de mitigación

A continuación, se presenta los supuestos relativos a las políticas y medidas incluidas en las proyecciones del escenario "con medidas", identificando las categorías de emisión que se ven afectadas por la implementación de la medida, los drivers de crecimiento empleados, los supuestos principales de modelación y las diferencias metodológicas con respecto al inventario de GEI comunicado en el marco del BTR1.

El país reitera la necesidad de fortalecer las capacidades nacionales para el desarrollo de los ejercicios de proyecciones y su alineación con la estimación del inventario nacional, lo que permitiría al país presentar proyecciones consistentes con el inventario que se comunicaría en cada ciclo de ambición. Sin embargo, a la luz de las circunstancias nacionales, el país ha buscado comunicar las diferencias metodológicas con respecto al inventario del BTR1, y buscará para futuros ciclos mejorar sus capacidades institucionales, fortaleciendo los procesos de gobernanza de datos a través de la documentación clara y transparente, y la articulación interinstitucional para mejorar los procesos de planificación, y evaluación de la NDC. El plan de mejora planteado para el capítulo busca delinear las actividades requeridas para poder atender las oportunidades de mejora.

Medida	Supuestos
Sector energía	
Medida 1: Eficiencia Energética	Se plantea la eficiencia energética como una opción transversal a los tres subsectores de la cartera de energía (energía eléctrica, hidrocarburos y minería). La medida afecta a las emisiones de la categoría 1A1. **Drivers de crecimiento:** La producción de hidrocarburos sigue los escenarios tendenciales del PEN 2022-2052 (UPME, 2023) según el caso. Además, se considera el escenario referencia de expansión de capacidad de la generación eléctrica del Plan de Expansión 2025-2039 de la UPME (UPME, 2025), cuyo suministro depende de la demanda proyectada. **Supuestos:** Para generación eléctrica, se asume una mayor disponibilidad de nuevas plantas térmicas con mayor eficiencia. Para la operación de las refinerías de petróleo, se asume una mejora de 5% en su intensidad energética asociada a un progreso en su eficiencia. Para minería de carbón se modelaron aumentos en la mezcla de biodiésel y mejoras en eficiencia en su consumo. Para la extracción y procesamiento de petróleo y gas, se modela una menor intensidad energética de 5%, relacionada con una mejora en su eficiencia energética.

Medida	Supuestos
	Diferencias metodológicas con el inventario de GEI: No se identifican diferencias metodológicas de las emisiones y absorciones de la categoría 1A1 del escenario de referencia de las proyecciones, con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 2: Emisiones Fugitivas	Esta medida busca promover la adecuada gestión de las emisiones fugitivas asociadas a la cadena productiva de los hidrocarburos. Afecta las emisiones fugitivas de la categoría 1B2. **Drivers de crecimiento:** La producción de hidrocarburos sigue los escenarios tendenciales del PEN 2022-2052 (UPME, 2023). **Supuestos:** se emplearon factores de emisión Tier 2 estimados por el IDEAM a partir de los reportes que las empresas realizan a la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y/o factores de emisión estándar de las Directrices del IPCC para Inventarios de GEI (y su respectivo refinamiento en 2019) (IPCC, 2006). Así, el escenario WM considera mejoras en los factores de emisión en el tiempo utilizando como referencia, los rangos inferiores de los factores de emisión que vienen de las directrices del IPCC para Inventarios. **Diferencias metodológicas con el Inventario de GEI:** Como se mencionó anteriormente, las proyecciones utilizaron información primaria que las empresas reportan a la ANH con los cuales el IDEAM, estimó factores de emisión Tier 2. En consecuencia, las emisiones del escenario current y de referencia muestran diferencias respecto de los datos del inventario comunicados en el BTR1.
Medida 3: Gestión de la Demanda	Esta medida busca reducir la diferencia de consumo de energía eléctrica entre horas pico y valle, gestionar la generación de energía eléctrica en horas valle a partir de fuentes no contaminantes y promover la futura implementación de tecnologías como las redes inteligentes y las tarifas dinámicas, así como emplear baterías para almacenar parte de la energía generada con fuentes renovables en horas pico y usarla en horas valle. Afecta las emisiones de la categoría 1A1. **Drivers de crecimiento:** La expansión de capacidad de la generación eléctrica sigue el escenario de referencia del Plan de Expansión 2025-2039 de la UPME (UPME, 2025), cuya generación depende de la demanda proyectada. **Supuestos:** Se asume la incorporación de baterías que permiten una mayor disponibilidad de energía en horas pico de la noche, principalmente de fuentes renovables no convencionales (solar y eólica). **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** Se observa consistencia metodológica entre las emisiones y absorciones de la categoría 1A1 del escenario de referencia de las proyecciones, y los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 4: Generación de electricidad.	Esta medida tiene como objetivo la diversificación de la matriz energética colombiana, la promoción de la autogeneración de energía mediante fuentes alternativas y la transformación de la generación energética en las Zonas No Interconectadas. Afecta las emisiones de la categoría 1A1. **Drivers de crecimiento:** La expansión de capacidad de la generación eléctrica sigue los escenarios referencia (WOM) y descarbonización (WM) en el Plan de Expansión 2025-2039 de la UPME (UPME, 2025), cuyo suministro depende de la demanda proyectada. **Supuestos:** El escenario descarbonización del Plan de Expansión 2025-2039 incluye el cronograma de expansión fija que resulta de mecanismos de contratación de largo plazo (i.e. subasta de Cargo por Confiabilidad y subastas de Contratación a Largo Plazo). Incorporación de generación solar distribuida, y una mayor disponibilidad de generación renovable.

Medida	Supuestos
	Diferencias metodológicas con el Inventario de GEI: No se identifican diferencias metodológicas de las emisiones y absorciones de la categoría 1A1 del escenario de referencia de las proyecciones, con los datos del inventario comunicado en el BTR1. Ambos utilizan la misma fuente de información (Balance Energético Nacional).
Sector residuos	
Medida 5: Línea estratégica PIGCC sectorial: Gestión Integral de Residuos Sólidos - GIRS.	La medida afecta principalmente la disposición y tratamiento de residuos contabilizados en la categoría 5A1a, habilita el tratamiento mecánico biológico de desechos sólidos contabilizados en la categoría 5B. Las emisiones por aprovechamiento de biogás se contabilizan en la categoría 1A1a. **Drivers de crecimiento:** 5A1a: Proyección de población departamental (Habitantes) para Antioquia, Atlántico, Bogotá, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, San Andrés, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca. Fuente: DANE. **Supuestos:** TMB: Se reducen la cantidad de residuos orgánicos y de jardín que van a los rellenos regionales debido a que a estos se les realizará tratamiento mecánico biológico. En 2030 el 5% de residuos de orgánicos y de jardín y el 7% en 2035 van a TMB. Se asume un tratamiento del 100% mediante compostaje. Reciclaje: Se reducen la cantidad de residuos de papel, plástico y otros inertes que van a los rellenos regionales debido a que estos residuos se llevan a sitios de aprovechamiento. Se aplica para los 53 sitios de disposición de la categoría. El 15% de estos residuos son reciclados desde 2025 en adelante. Quema de Biogás: Se reducen emisiones de metano con las metas de quema planteadas. Se aplica para el Parque ecológico Reciclante, Relleno Sanitario Guayabal, Relleno Sanitario La Esmeralda, Relleno Sanitario Antanas, Parque ambiental Loma de los Cocos, Relleno Sanitario Pirgua, con metas de recuperación de 0.6% y 0.8% del metano generado en 2030 y 2035, respectivamente. Para el Relleno Sanitario Doña Juana la recuperación es del 26% desde 2030 en adelante. No se contabiliza la quema de biogás, por lo que existe una subestimación de las emisiones por esta actividad dentro de la subcategoría. Aprovechamiento Biogás (RS Doña Juana): Se reducen emisiones de metano con las metas de aprovechamiento planteadas para el Relleno Sanitario Doña Juana, con metas de aprovechamiento de 0.6% y 0.8% del metano generado en 2030 y 2035. Se asume que el biogás recuperado se inyecta a la red del Sistema Interconectado Nacional, las emisiones por su aprovechamiento se contabilizan en la categoría 1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal. Recuperación de alimentos: Se reducen los desperdicios de comida que llegan a los sitios de disposición final Parque ambiental la Pradera, Relleno sanitario regional Colombia el Guabal, Relleno Sanitario doña Juana y Parque ambiental los Pocitos por la recuperación de alimentos, lo que reduce las emisiones de metano por degradación. **Diferencias metodológicas con el Inventario de GEI:** La categoría 5B y 5B2 no se estima en el Inventario por limitación en el acceso a datos de actividad, sin embargo, para efectos de la contabilidad de emisiones y la estimación del potencial de mitigación esta categoría se modela dentro de LEAP.
Medida 6: Línea estratégica PIGCC sectorial: Gestión de las Aguas Residuales Domésticas - GARD.	En atención al párrafo 102 de la Decisión 18/CMA.1 el país aplica la flexibilidad prevista para las Partes que son países en desarrollo sobre a presentación de información utilizando una cobertura menos detallada, en este sentido, para el presente BTR el país no comunicará reducciones esperadas para esta medida de mitigación. El país cuenta con metas asociadas al incremento de la cobertura para el tratamiento de aguas residuales domésticas establecidas en el marco de las políticas y leyes vigentes, las cuales pueden generar una reducción de emisiones derivadas del incremento en la cobertura y tratamiento, así como el uso y aprovechamiento de biogás, sin embargo, en el marco de la modelación y estimación del potencial de mitigación de la medida

Medida	Supuestos
	no se identificó un instrumento vinculante que definiera la meta de gestión de biogás de la cual se derive la estimación de la mitigación esperada. Si bien actualmente el país se encuentra avanzando en la estructuración del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación del sector vivienda y saneamiento básico, aún es necesario fortalecer la generación de información en aras de establecer y adoptar hitos claros y medibles asociados con la gestión de emisiones del tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas. La medida, de ser modelada, afectaría la estimación de emisiones de la categoría 5D1 tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas al establecer un porcentaje de gestión del biogás generado. En caso de ser aprovechado, el biogás entraría como recurso y participaría en la matriz energética del sistema interconectado nacional. En caso de ser quemado, estas emisiones deberán ser contabilizadas en la categoría 5D1. Así mismo, se proyecta que, en futuros ciclos, esta medida haga parte del escenario con medidas adicionales, lo que permitirá fortalecer las discusiones e información requerida para avanzar en la definición de habilitantes requeridos para su implementación. **Drivers de crecimiento:** Proyección del crecimiento de la población y la demanda bioquímica per cápita, lo que permite establecer la tendencia de tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas. **Supuestos:** En el caso del escenario de referencia, la categoría 5D presenta consistencia con los supuestos de estimación empleados en el inventario de GEI comunicado en el marco del BTR1. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas, las emisiones de la categoría 5D son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Sector agropecuario	
Medida 8: NAMA de ganadería bovina sostenible.	La medida afecta las emisiones por fermentación entérica contabilizadas en la categoría 3A1 Fermentación entérica ganado, derivadas del mejoramiento de la dieta, uso de aditivos, implementación de Sistemas Silvo Pastoriles intensivos (SSPi) y Sistemas Silvo Pastoriles no intensivos (SSPni). Así mismo, la medida modifica las emisiones de la categoría 3B1 Gestión del estiércol para ganado bovino (vacas de alta y baja producción) por efectos de la gestión integral del estiércol. Por otro lado, la medida modifica las absorciones de la categoría 4A2b Pastizales convertidos en tierras forestales por efectos de la implementación de acciones de restauración en áreas naturales dentro de predios ganaderos. La medida también modifica las emisiones de la categoría 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales (Absorciones CO2), por la implementación de SSPi y SSPni, y la restauración de áreas naturales dentro de predios ganaderos, sin embargo, las modelaciones de la categoría 4 se realizaron de manera externa. **Drivers de crecimiento:** Proyección del hato ganadero con base en extrapolación lineal para cada tipo de ganado y región. **Supuestos:** • Mejoramiento de la calidad de la dieta: Implementación de la medida en 4.500.000 cabezas de ganado a 2050, exceptuando terneros predestetos. Se asume una trayectoria lineal creciente de implementación desde 2026. Se asume un potencial de mitigación del 9% de las emisiones de CH_4 por fermentación entérica. • Uso de aditivos alimenticios en la dieta: Implementación de la medida en 1.500.000 cabezas de ganado a 2050, exceptuando terneros predestetos. Se asume una trayectoria lineal creciente de implementación desde 2026. Se asume un potencial de mitigación del 9% de las emisiones de CH_4 por fermentación entérica que se aplica al factor de emisión.

Medida	Supuestos
	• Implementación de SSPi: 450.000 ha a 2050 a una tasa de implementación de 180.00 hectáreas /año. Años previos a 2026 con datos de escenario de referencia. Población de ganado con implementación de sistemas silvopastoriles intensivos en escenario moderado obtenida a partir de estudio CIPAV, asumiendo 2 cabezas de ganado por hectárea de SSP. Se excluyen terneros predestetos. Se asume una trayectoria lineal creciente de implementación desde 2026. Se asume un potencial de mitigación del 8,5% de las emisiones de CH_4 por fermentación entérica que se aplica al factor de emisión. • Implementación de SSPni: 2.500.000 ha a una tasa de implementación de 100.000 hectáreas/año. Para la distribución de los SSPni en cercas vivas y árboles dispersos en potreros se asume la distribución del último año de información disponible según datos de TNC (2019) asumiendo que se mantiene constante hasta el 2050. Años previos a 2026 con datos de escenario de referencia. Población de ganado con implementación de sistemas silvopastoriles intensivos en escenario moderado obtenida a partir de estudio CIPAV, asumiendo 3 cabezas de ganado por hectárea de SSP. Se excluyen terneros predestetos. Se asume una trayectoria lineal creciente de implementación desde 2026. Se asume un potencial de mitigación del 9,1% de las emisiones de CH_4 por fermentación entérica que se aplica al factor de emisión. • Restauración de áreas naturales en predios ganaderos: Áreas liberadas propuestas según la NAMA ganadería en la NDC 2020, proyectadas a implementar hasta 2030 y mantenerlas a 2050. Un total de 68.675 hectáreas liberadas. • Gestión del estiércol: Implementación de la medida en 3.914 cabezas de ganado bovino de alta producción a 2035, con un potencial de mitigación del 35% de las emisiones de metano por gestión del estiércol. Implementación de la medida en 3.914 cabezas de ganado bovino de baja producción a 2035, con un potencial de mitigación del 21% de las emisiones de metano por gestión del estiércol. **Diferencias metodológicas:** No se identifican diferencias metodológicas, las emisiones de la categoría 3A1, 3B1, 4A, 4C del escenario de referencia son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 9: Desarrollo y consolidación de la cadena productiva de las plantaciones forestales con fines comerciales como contribución a la captura de GEI.	La medida afecta las absorciones por la implementación de áreas en plantaciones forestales con fines comerciales contabilizadas en la categoría 4A1d Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (plantaciones forestales) **Drivers de crecimiento:** Proyección del área forestal comercial implementadas y cosechadas en relación con la categoría de tierras forestales que permanecen como tales (plantaciones forestales). En ambos casos se emplea un método de extrapolación a partir de la estimación del modelo de regresión lineal de los datos históricos. **Supuestos:** La NDC 2015 y su actualización, en su componente agropecuario identificaron las plantaciones forestales con CIF, como una medida estratégica de mitigación de las emisiones que le corresponden al sector. Dado que la proyección de áreas anuales del escenario de mitigación se realiza a partir del dato nacional mientras que los factores de emisión están desagregados por especie, es necesario distribuir el área proyectada entre las diferentes especies para asignar el factor correspondiente. Esta distribución se basa en la composición de especies registrada en 2017, año que presenta la mayor diversidad de especies dentro de los registros recientes. Para la estimación de las ganancias anuales de carbono por el crecimiento de las áreas de plantaciones forestales comerciales, se toma la tasa de crecimiento anual de cada especie, teniendo en cuenta tanto la biomasa aérea como subterránea; para el cálculo de las pérdidas por cosechas se tiene en cuenta la biomasa aérea acumulada desde el año de inicio hasta que se cumple el turno de aprovechamiento teórico de la especie y se reporta como emisión en el año que se cumple el turno. Se asume que el establecimiento anual de nuevas áreas de plantación se mantiene de manera periódica hasta el año 2050. Diferencias metodológicas:

Medida	Supuestos
	No se identifican diferencias metodológicas, las emisiones y absorciones de la categoría 4A del escenario de referencia son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 10: Estrategias de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida de la producción de cacao (Theobroma cacao).	La medida afecta las emisiones y absorciones por la implementación de estrategias de reducción de emisiones de GEI en el ciclo de vida de la producción de cacao que se contabilizan en la categoría 4B1c Cacao. **Drivers de crecimiento:** Proyección de las tierras de cultivo en cacao para áreas sembradas se emplea un método de extrapolación a partir de la estimación del modelo de regresión lineal de los datos históricos. La superficie resembrada se estima con base en la proyección de las áreas sembradas, de acuerdo con los cambios anuales de áreas y los años de renuevo del cultivo. **Supuestos:** A la biomasa removida de las plantaciones por la poda y por la cosecha de los frutos, se le da el tratamiento de carbono biogénico para efecto de los cálculos, es decir, se reporta, pero no se tiene en cuenta para el balance. De igual forma, el carbono proveniente de la mineralización de las malezas, es decir, que éste corresponde al carbono que se habría liberado si las malezas se hubieran descompuesto en forma natural en el suelo, de tal manera que el valor se convierte en cero en el ciclo natural del carbono. Según el estudio realizado por CIAT - USDA (2019) y según el Plan Nacional Cacaotero se estiman 31.475 ha para renovación y rehabilitación las cuales hacen parte de la renovación planteada de 80.000 y 150.000 ha en sistemas agroforestales (SAF). No se tuvieron en cuenta emisiones asociadas al transporte en campo de: fertilizantes, viveros a fincas, viveros al campo, productos cosechados enteros, producto cosechado al primer punto de venta. El 98 % de las plantaciones establecidas de cacao se definen en SAF maderable. Se asume que los SAF cacao a implementar son mixtos, que es el tipo de arreglo más implementado en el país. Se asume una tasa de renovación anual de 3.151 hectáreas por año y una implementación de 15.287 hectáreas anuales de nuevos SAF. **Diferencias metodológicas con el Inventario de GEI:** Para la categoría 4B1c existe una consistencia entre la magnitud de las emisiones históricas reportadas en el BTR1 y las emisiones proyectadas desde 2022 en la modelación. Sin embargo, se identificó una diferencia en magnitud en la serie histórica de la modelación. Como se mencionó con anterioridad, la modelación de la categoría 4 se realizó de manera externa al modelo agregado, lo que dificulta la rápida identificación de diferencias metodológicas, sin embargo, se destaca que la diferencia no está en los datos de actividad, sino que puede encontrarse en la aplicación de un factor de emisión o absorción ya que hay consistencia entre las tendencias de comportamiento de las dos series.
Medida 11: Reducción de emisiones de GEI en producción de arroz a través de la adopción masiva de tecnología (AMTEC 2.0) en Colombia.	La medida afecta las emisiones por la adopción masiva de tecnología (AMTEC 2.0) que se contabilizan en la categoría 3C Cultivos de arroz. **Drivers de crecimiento:** En el caso del arroz secano, se adoptó una proyección con un incremento estimado del 2 % anual. Para arroz riego se plantea la proyección de acuerdo con las tendencias establecidas por CIAT–CIPAV en el proyecto “Desarrollo de una estrategia del Sector Agropecuario para la actualización de la NDC: contaminantes climáticos de vida corta (CCVC)”, donde para el arroz continuamente inundado se prevén dos periodos de disminución (2022 a 2026 y 2035 a 2043) e incremento (2026 a 2035 y 2043 a 2050) en las áreas sembradas; en aireación simple se mantiene constante el área plantada desde 2023 en adelante; y en aireación múltiple se incrementan las emisiones hasta 2037 y disminución hasta 2050 donde se alcanzan áreas de siembra similares a las de 2023. **Supuestos:** Para el régimen hídrico durante el periodo del cultivo, se usa un factor de ajuste de arroz riego Inundadas intermitentemente - Aireación múltiple correspondiente a 0,56; para arroz secano se usa un factor de ajuste, con tendencia a la sequía correspondiente a 0,22. **Diferencias metodológicas con el Inventario de GEI:**

Medida	Supuestos
	No se identifican diferencias metodológicas, las emisiones de la categoría 3C del escenario de referencia son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 12: NAMA Café de Colombia.	La medida afecta las absorciones de biomasa por la implementación de la NAMA café que se contabilizan en la categoría 4B1a cultivos de café. **Drivers de crecimiento:** Superficie sembrada: Considerando los datos históricos por 10 años, se realizó la proyección con base en el promedio de las superficies sembradas (Libre exposición, y sombrío-semisombrío). Con el promedio se espera ser conservadores en las áreas sembradas. Superficie resembrada: Con base en la proyección de las áreas sembradas, se estiman de acuerdo con los cambios anuales de áreas y los años de renuevo del cultivo se estiman las áreas de resiembra. **Supuestos:** Según la NAMA café en el escenario más optimista al tener en cuenta las áreas totales nacionales en el 2027 las áreas de libre exposición serán el 57% y las de sombrío-semisombrío el 43% El supuesto de la NAMA café es que el área total cultivada con café se mantiene estable desde el año 2016 con el dato registrado en ese entonces, sin embargo, y dado que la tendencia de los años más recientes ha sido decreciente, se supone para el año 2027 el área propuesta en la NAMA y se realiza una interpolación de área entre 2021-2027 con metodología IPCC. **Diferencias metodológicas con el Inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas, las emisiones de la categoría 4B1a del escenario de referencia son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 13: Estrategia Integral del Subsector Panelero para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible de la cadena productiva. (NAMA - PANELA).	La medida afecta las absorciones de biomasa, MOM y suelos por la implementación de acciones de restauración en el marco de la NAMA panela que se contabilizan en la categoría 4A2a cultivos convertidos en tierra forestal. **Drivers de crecimiento:** Considerando los datos históricos por 10 años, se realizó la proyección con base en el promedio. Con el promedio se espera ser conservadores en las áreas regeneradas. Este valor fue acumulado para las estimaciones de crecimiento de Biomasa total, Materia Orgánica Muerta y Carbono Orgánico del Suelo por 20 años. **Supuestos:** Se plantea un área total restaurada al 2035 de 800 hectáreas Se proyecta el impacto por liberación de suelos de cultivo y conversión a suelos forestales. **Diferencias metodológicas con el Inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas, las emisiones y absorciones de la categoría 4A del escenario de referencia son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Sector industria	
Medida 14: Promoción de proyectos de gestión de la energía y eficiencia energética en el sector de industria	Identificación, estructuración e implementación de proyectos sobre buenas prácticas operativas e implementación de mejoras en procesos energéticos y uso de energéticos de menor factor de emisión. Afecta las emisiones de las categorías 1A2, excepto: 1A2f, 1A2giii, y 1A2gv. **Drivers de crecimiento:** Proyección sectorial del valor agregado de la industria manufacturera y su aporte al PIB nacional a partir de proyecciones de este último. **Supuestos:**

Medida	Supuestos
	Los potenciales de aplicación se definen utilizando como base de referencia, el documento del PROURE para las medidas de eficiencia energética del sector industria en los usos térmicos y eléctricos con un portafolio de mejores tecnologías locales e internacionales. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas de las emisiones y absorciones de la categoría 1A2 del escenario de referencia de las proyecciones, con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 15: Gestión para el desarrollo integral de las ladrilleras	La medida busca fomentar el desarrollo integral de unidades productivas de fabricación de ladrillos a través de fortalecimiento de capacidades en huella de carbono, gestión de la energía, mejora de procesos y transferencia de buenas prácticas operativas. Así mismo se busca fomentar y gestionar procesos de reconversión y mejoras en los hornos en ladrilleras. Afecta las emisiones de la categoría 1A2f. **Drivers de crecimiento:** Proyección del aporte de minerales no metálicos al PIB nacional y proyección del este último. **Supuestos:** La medida se enfoca en aumentar la eficiencia en procesos de calor directo, y en la incorporación de tecnologías con mejor eficiencia. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** Se observa consistencia metodológica entre las emisiones y absorciones de la categoría 1A2f del escenario de referencia de las proyecciones, y los datos del inventario comunicado en el BTR1
Medida 16: Gestión para la implementación de tecnologías de abatimiento de emisiones de N2O en la producción de materias primas de fertilizantes.	La medida apunta a la gestión integral y asistencia técnica para la incorporación de tecnologías de abatimiento que permitan la reducción de óxidos nitrosos en plantas de producción de ácido nítrico. La medida afecta las emisiones de la categoría 2B2. **Drivers de crecimiento:** La producción de ácido nítrico sigue sus valores históricos y hacia adelante, se mantienen constantes, una vez que no se espera aumento en la capacidad instalada de las plantas. **Supuestos:** Los cálculos de emisiones se ajustan aplicando una reducción progresiva en el factor de emisión de N_2O, consistente con la implementación de tecnologías de abatimiento. Diferencias metodológicas con el inventario de GEI: Se observa consistencia metodológica entre las emisiones y absorciones de la categoría 2B2 del escenario de referencia de las proyecciones, y los datos del inventario comunicado en el BTR1
Medida 17: Procesos de producción sostenible en el sector cemento	Gestión en eficiencia energética e incremento del coprocesamiento para reducir el indicador de intensidad de emisiones por unidad productiva mediante la optimización de procesos relacionados con energía térmica, el aprovechamiento de materiales con valorización energética, el reúso de algunos componentes en la fabricación del cemento, y el uso de la capacidad instalada de la planta para elevar el nivel de coprocesamiento. Esta medida afecta las emisiones de las categorías 1A2f y 2A1. **Drivers de crecimiento:** Sigue la proyección de minerales no metálicos y su aporte al PIB nacional. **Supuestos:** La medida se enfoca en tres acciones i) el incremento en el coprocesamiento para disminuir el consumo de clínker y por ende una menor producción de Clinker y de emisiones en la categoría 2A1; ii) gestión en eficiencia energética que se traduce en una mejora en el consumo

Medida	Supuestos
	específico de energía por unidad de cemento producido; iii) la sustitución de combustibles fósiles para la generación de calor por materiales alternos. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas de las emisiones y absorciones de la categoría 1A2f del escenario de referencia de las proyecciones, con los datos del inventario comunicado en el BTR1. En el caso de la categoría 2A1, en las proyecciones se utilizó la producción nacional de clínker a partir de la Información histórica suministrada por PROCEMCO, por lo que pueden existir diferencias con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 18: Gestión de proyectos para mejora de las operaciones logísticas y manejo de producto en centros de abastecimiento con impacto en reducción de emisiones.	Se proyecta la gestión de una línea estratégica de logística sostenible para el diagnóstico, asistencia técnica, identificación y estructuración de proyectos y posterior apoyo a la implementación, para fomentar en las empresas el mejoramiento de operaciones logísticas y de procesos relacionados con el manejo de productos con impacto en productividad y en sostenibilidad ambiental. Esta medida afecta las categorías 1A3bii y 1A3biii. **Drivers de crecimiento:** Crecimiento de las ventas de vehículos de transporte terrestre y el porcentaje de participación de los vehículos livianos de carga y vehículos pesados (camiones medianos). **Supuestos:** se asume el cambio en el uso de modos de transporte dentro de las operaciones logísticas, particularmente el desplazamiento de la actividad de transporte desde modos con mayor intensidad energética y emisiones hacia modos más eficientes o de bajas emisiones, como el transporte férreo, fluvial o combinado, así como el incremento del transporte no motorizado (NMT) en tramos cortos o urbanos. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas de las emisiones y absorciones de la categoría 1A3b del escenario de referencia de las proyecciones, con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Sector transporte	
Medida 19: Movilidad Eléctrica	La medida se enfoca en la electrificación del transporte y afecta las categorías 1A3bi automóviles (carros y taxis), 1A3bii camiones ligeros (camionetas), y 1A3biii camiones y autobuses de pasajeros: buses, busetas, y microbuses. **Drivers de crecimiento:** Crecimiento de las ventas de vehículos de transporte terrestre y su porcentaje de participación entre las diferentes categorías vehiculares. **Supuestos:** Se asume que la participación de vehículos eléctricos crece de manera progresiva en las categorías priorizadas, en línea con el escenario de la NDC y con supuestos de penetración tecnológica definidos por el Mintransporte. Para ello, se utiliza la información de ventas históricas del RUNT, los escenarios energéticos del PEN-UPME, y la proyección de mezcla de biocombustibles. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** Se observa consistencia metodológica entre las emisiones y absorciones de la categoría 1A3b del escenario de referencia de las proyecciones y los datos del inventario comunicado en el BTR1, una vez que utilizan el Balance Energético Nacional como fuente de información.
Medida 20: Navegación Basada en Desempeño - PBN	La medida busca propiciar las condiciones necesarias para el aprovechamiento de la capacidad RNAV (Navegación de Área) y RNP (Performance de Navegación Requerida), aplicadas a las operaciones de aeronaves, involucrando aproximaciones por instrumentos, Rutas Normalizadas de Salida (SID), Rutas Estándares de Llegada (STAR) y Rutas ATS en áreas Oceánicas y Continentales. Afecta la categoría de emisiones 1A3a. **Drivers de crecimiento:**

Medida	Supuestos
	Proyección de la actividad de aviación nacional con base en proyecciones del PIB nacional. **Supuestos:** La medida involucra la reducción progresiva de la intensidad energética final de la categoría 1A3a reflejando así, las mejoras operacionales derivadas de la implementación de la navegación basada en desempeño. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** Se observa consistencia metodológica entre las emisiones y absorciones de la categoría 1A3a del escenario de referencia de las proyecciones y los datos del inventario comunicado en el BTR1
Medida 21: Programa de Modernización de Transporte Automotor de Carga	La medida busca la modernización del parque automotor de carga de más de 10,5 toneladas de peso bruto vehicular y más de 20 años de antigüedad. Por lo tanto, afecta las emisiones de la subcategoría de carga en 1A3biii. **Drivers de crecimiento:** Crecimiento de ventas de vehículos de transporte terrestre y el porcentaje de participación de los vehículos pesados de carga. **Supuestos:** La medida asume tasas de reposición progresiva de camiones y tractocamiones antiguos a vehículos nuevos con mejor eficiencia, tal que se presenta una renovación del 100%, es decir por cada vehículo que sale entra uno. Por ende, también se considera una reducción en el consumo de combustible asociada a la renovación de esa flota. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** Se observa consistencia metodológica entre las emisiones y absorciones de la categoría 1A3b del escenario de referencia de las proyecciones y los datos del inventario comunicado en el BTR1
Medida 22: Cambio a modo transporte de carga carretero a Fluvial Río Magdalena	La medida apunta a la optimización de la infraestructura y el mejoramiento de las condiciones de navegación del Río Magdalena, promoviendo su uso como una alternativa eficiente y sostenible para el transporte de carga. **Drivers de crecimiento**: Proyección de la actividad de navegación nacional teniendo en cuenta la proyección del PIB nacional. **Supuestos:** La medida busca reducir las toneladas-km transportadas por camiones grandes y tractocamiones, transfiriendo una proporción creciente hacia la navegación fluvial, por ende, se asume un cambio modal que disminuye progresivamente la participación de carga en vehículos pesados de carretera (1A3biii) y aumentar la participación de la navegación fluvial (1A3dii). Además, la canasta de combustibles e intensidad de energía final son modificados para reflejar la composición energética y la eficiencia del transporte por vía fluvial. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** Se observa consistencia metodológica entre las emisiones y absorciones de la categoría 1A3b y 1A3d del escenario de referencia de las proyecciones y los datos del inventario comunicado en el BTR1
Medida 23: NAMA TANDEM -Transporte Activo y Gestión de la Demanda	Busca incrementar la participación modal del transporte activo, fomentando los programas de transporte urbano sostenibles al igual que los componentes de política y regulación que promuevan el Transporte No Motorizado (TNM) y el desarrollo de infraestructura dedicada para la movilidad a pie y en bicicleta. La medida afecta las emisiones de las categorías 1A3bi y 1A3biv. **Drivers de crecimiento:** Crecimiento de las ventas de vehículos de transporte terrestre y el porcentaje de participación de los vehículos livianos de pasajeros y vehículos livianos pasajeros motocicletas.

Medida	Supuestos
	Supuestos: la medida asume un cambio modal que reduce progresivamente el dato de actividad (viajes-km) de automóviles y motocicletas, transfiriendo esa proporción hacia modos de transporte activo y sostenible (caminar, bicicleta, transporte público). Este ajuste se traduce en una reducción proporcional en las ventas de vehículos motorizados y, en consecuencia, en una disminución del consumo de combustibles fósiles asociados a las categorías 1A3bi y 1A3biv. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se observan diferencias entre las emisiones y absorciones de la categoría 1A3bi del escenario de referencia de las proyecciones y los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 24: NAMA DOT - Desarrollo Orientado al Transporte	Según lo indicado en la sección 3.4, se informa que la medida denominada NAMA DOT – Desarrollo Orientado al Transporte fue retirada de la NDC y se informa en consideración de lo dispuesto en la MPG87 (ver sección 3.4.2-PAMS rescindidas).
Medida 25: Rehabilitación del corredor férreo La Dorada - Chiriguaná - Santa Marta	La medida busca la rehabilitación de la infraestructura existente del corredor férreo La Dorada – Chiriguana – Santa Marta con el fin de aumentar el transporte de carga en los corredores férreos. Esta medida afecta las emisiones de las categorías 1A3c y 1A3biii. **Drivers de crecimiento:** Proyección de la actividad de ferrocarriles según el PIB nacional. **Supuestos:** La medida asume un cambio modal progresivo de toneladas-km transportadas desde los vehículos pesados de carga (1A3biii) hacia la categoría ferrocarriles (1A3c). También se asumen cambios en la participación de combustibles para reflejar el uso de diésel, fuel oil y electricidad en el transporte ferroviario. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas de las emisiones y absorciones de la categoría 1A3c del escenario de referencia de las proyecciones con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Sector residencial	
Medida 7: construcción sostenible.	La medida afecta las emisiones por demanda de energía a nivel residencial e institucional, en el primer caso asociado a usos para calentamiento de agua, iluminación, refrigeración y fuerza motriz; en el segundo asociado a usos para calor indirecto, iluminación, fuerza motriz y refrigeración. Estas emisiones se contabilizan en las categorías 1A4a y 1A4b. **Drivers de crecimiento:** Proyección según la desagregación del PIB para el sector comercio, servicios y administración públicos de la categoría 1A4a. Proyección de crecimiento de los hogares urbanos para la categoría 1A4b. **Supuestos:** Demanda de energía urbana: Incremento en la eficiencia en 5% para el 1.8% de la demanda de electricidad para calentamiento de agua en 2030. Disminución de la demanda de gas natural para calentamiento de agua por el incremento en la participación de otras tecnologías como calentadores solares (se asume participación del 0.04% en 2030). Incremento en la eficiencia en iluminación asociado a una mayor participación de iluminación más eficiente para hogares urbanos. Se modela una participación en el 6.7% de los hogares urbanos.

Medida	Supuestos
	La demanda energética por uso de aire acondicionado se reduce por el incremento en un 1.8% de equipos que mejoran la eficiencia en 11% a 2030. La demanda energética por uso de ventiladores se reduce por el incremento en un 1.8% de equipos que mejoran la eficiencia en un 10% en 2030. Demanda de energía comercial y pública: Disminución de la demanda eléctrica para calor indirecto por incremento en un 9.1% en la participación de tecnologías de mayor eficiencia en 2030. Incremento en la participación de calor solar para atender la demanda de energía para calor indirecto en un 0.4% a nivel comercial y 1% a nivel público en 2030. Incremento en la participación de iluminación más eficiente. Incremento en la eficiencia energética por demanda de energía para fuerza motriz como en bombas de agua, ventiladores, ascensores, escaleras eléctricas, motores industriales. Incremento en la eficiencia energética por demanda debida al uso de aire acondicionado a nivel comercial. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas, las emisiones de las categorías 1A4a y 1A4b del escenario de referencia y son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 29: NAMA para el sector de Refrigeración Doméstica en Colombia {Eficiencia Energética} /Línea buenas prácticas y uso eficiente de los recursos	La medida tiene como objetivo, transformar el sector de refrigeración doméstica en el país a través del cambio de las líneas de producción de refrigeradores de productores nacionales, la introducción de refrigeradores verdes al mercado, el establecimiento de un programa nacional de sustitución de refrigeradores domésticos y la gestión adecuada de los residuos de los refrigeradores usados que fueron sustituidos. La medida afecta las categorías 1A4b y 2F. **Drivers de crecimiento:** Proyección de crecimiento de los hogares urbanos y rurales. **Supuestos** La medida abarca emisiones de tres fuentes. i) liberación de refrigerantes durante la operación de los refrigeradores domésticos. ii) liberación de refrigerantes al final de la vida útil de los refrigeradores doméstico; y iii) consumo de energía eléctrica en el sector residencial de los refrigeradores domésticos. No obstante, en las proyecciones la medida abarca el último de estos a través de una mejora en la eficiencia de los equipos de refrigeración, porque las reducciones en la categoría 2F ya hacen parte de la medida de sustitutos SAO. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI** No hay diferencias metodológicas en el cálculo de emisiones y absorciones de las categorías 1A4b en las proyecciones respecto del inventario comunicado en el BTR1. La categoría 2F en cambio, si tiene unas diferencias metodológicas entre las proyecciones y el inventario que son explicadas en detalle en la medida de sustitutos SAO (Medida 28).
Medida 30: Promoción de Distritos térmicos para la sustitución de sistemas de enfriamiento en ciudades.	Los Distritos Térmicos (DT) son infraestructuras de generación y/o suministro de energía térmica a diferentes tipos de usuarios finales. La medida afecta las emisiones de la categoría 1A4a. **Drivers de crecimiento:** Proyección del aporte de administración pública al PIB nacional y la proyección de este último. **Supuestos:**

Medida	Supuestos
	La modelación estima el ahorro energético entre un escenario de referencia en el que se considera la capacidad de refrigeración y horas de uso de un número de distritos térmicos proyectados, y un escenario en el que se determina para estos, un consumo energético por unidad de refrigeración menor asociado a los datos de operación del Distrito Térmico La Alpujarra ubicado en la ciudad de Medellín. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No hay diferencias metodológicas en el cálculo de emisiones y absorciones de las categorías 1A4a en las proyecciones respecto del inventario comunicado en el BTR1.
Sector silvicultura, uso y cambio de uso del suelo	
Medida 26: Restauración ecológica / Línea Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos	La medida afecta las absorciones por biomasa, MOM y suelos, generadas por la implementación de acciones de restauración a nivel nacional, las cuales se contabilizan en la categoría 4A2a cultivos convertidos a tierras forestales. **Drivers de crecimiento:** Con base en los datos históricos de regeneración, se estimó el promedio como escenario conservador para la proyección de áreas regeneradas. Este valor fue acumulado para las estimaciones de crecimiento de Biomasa total, Materia Orgánica Muerta y Carbono Orgánico del Suelo por 20 años. **Supuestos:** Áreas restauradas año 2022 – 2029: 962.615 ha. Áreas restauradas año 2035 – 2050: 68.664 ha, Desde 2035 se asume como un valor constante. Factores de Emisión por bioma de acuerdo con los bosques. Las estimaciones se realizaron por acumulación de crecimiento. Crecimiento anual por 20 años. Se asume una tasa de éxito de los procesos de restauración del 70% en 2030 y del 75% en 2035. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas, las emisiones y absorciones de las categorías 4A2 del escenario de referencia son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1.
Medida 27: Sustitución de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes /Línea buenas prácticas y uso eficiente de los recursos	La modelación de la medida afecta las emisiones por quema de leña para cocción que se contabilizan en la categoría 1A4b. Si bien el país estima las emisiones de consumo de leña en la categoría 4A1a Tierras forestales que permanecen como tierras forestales (consumo de leña), el modelo NDC contabiliza todas las emisiones dentro de la categoría 1A4b. **Drivers de crecimiento:** Proyección de crecimiento de los hogares rurales para la categoría 1A4b. **Supuestos**: La estufa que se instala tiene un 20% de eficiencia en el consumo de leña, en comparación, para un fogón tradicional se asume una eficiencia del 15%. La penetración de estufas eficientes alcanza un 100% en 2031. La información de consumo de leña se obtiene de los Planes de Energización Rural Sostenible (PERS). Los departamentos sin información de factor de consumo de leña obtenido del PERS consumen leña con el factor nacional. El % de población rural que consume leña anualmente posterior a la expedición del PERS se mantiene constante. La introducción acumulada de las estufas es anualizada desde 2007 a 2020 con un promedio anual de 5.500 estufas eficientes al año en todo el país; a partir de 2021 esta tasa se incrementa gradualmente hasta lograr 1.000.000 de estufas a 2030.

Medida	Supuestos
	Diferencias metodológicas con el inventario de GEI: Aunque no se identifican diferencias metodológicas, las emisiones de las categorías 1A4b y 4A1a del escenario de referencia son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1, es posible que exista una diferencia en la forma en la que se aborda la contabilidad de emisiones para las categorías en el modelo y en el inventario nacional de GEI. Ya que la modelación de la categoría 4 se realiza de manera externa al modelo agregado nacional, el país deberá fortalecer la modelación de la categoría 4 y su inclusión dentro del modelo agregado nacional, así como generar las claridades a que haya lugar sobre la información definida como memo ítem y su inclusión dentro de los ejercicios de proyección. Lo anterior, como parte de los procesos de actualización del ejercicio de la modelación y en línea con lo definido en el plan de mejora de la sección.
Medida 31: Reducción intersectorial de la deforestación	La medida afecta las emisiones y absorciones por pérdida de bosque natural que se contabilizan en las categorías 4A1c, 4B2a, 4C2a, 4D2bi, 4E2a, y 4F2a. **Drivers de crecimiento:** Datos de 2023 a 2040 corresponden a las proyecciones por el IDEAM según modelo logístico empleado en el NREF más reciente. El dato de área deforestada de 2041 a 2050 se obtiene a partir de una tendencia de los datos proyectados por IDEAM de 2001 a 2040. La desagregación por categoría de la tierra IPCC, estrato de bosque (bosque núcleo y bosque borde), bioma y uso final del suelo, es asignada según el promedio ponderado de la participación (%) de cada ítem en la serie histórica. El dato de área deforestada en el 2040 se mantiene constante de ahí en adelante, considerando un escenario conservador. **Supuestos:** El comportamiento futuro de la deforestación para el escenario de referencia se proyectó para cada uno de los cinco biomas del país, utilizando el modelo de crecimiento logístico empleado para la comunicación del nivel de referencia forestal en el que se argumenta que, la expansión de la deforestación sobre el bosque remanente puede ocurrir exponencialmente si las condiciones que determinan el crecimiento no se ven afectadas por situaciones exógenas. Sin embargo, también establece que existen condiciones que no permiten que este crecimiento ocurra indefinidamente, lo que significa que hay un límite para la pérdida de bosques. El potencial de mitigación se calcula siguiendo los hitos de la Declaración Conjunta de Intención de Colombia con Noruega, Alemania y Reino Unido (100.000 ha en 2025), y las metas planteadas en el marco de la NDC 2.0 (50.000 ha en 2030) y NDC3.0 (entre 37.500 y 49.999 ha en 2035) con trayectorias lineales indicativas. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas para las emisiones de las categorías 4A1c, 4B2a, 4C2a, 4D2bi, y 4E2a del escenario de referencia. Estos son consistentes con los datos del inventario comunicado en el BTR1. Se identifican posibles diferencias metodológicas para las emisiones de la categoría 4F2a.
Intersectoriales	
Medida 32: Mecanismos de fijación de precios al carbono: Impuesto al carbono	La medida afecta las emisiones que se contabilizan en las categorías 1A1b Refinación del petróleo, 1A1ci Manufactura de Combustibles sólidos, 1A2 Industria, 1A3 Transporte, 1A4c Agricultura silvicultura y pesca. **Drivers de crecimiento:** Proyecciones de oferta energética, crecimiento del PIB para el sector industria y agricultura, y crecimiento en la venta de vehículos. **Supuestos:** Elasticidades calculadas en función a la sensibilidad del consumo vis a vis el cambio en los precios desde el 2016 a la actualidad: * Gasolina motor: por cada 1% de aumento en el precio de gasolinas, su demanda disminuye entre un 0,15% y 0.51% (media de 0,39%). * ACPM: por cada 1% de aumento en el precio de ACPM, su demanda disminuye entre un 0,15% y 0.45% (media de 0,21%).

Medida	Supuestos
	* Jet fuel, Kerosene y Fuel Oil: por cada 1% de aumento en el precio de Jet fuel, Kerosene o Fuel Oil, su demanda disminuye entre un 0,16% y 0.42% (media de 0,37%). * GLP: por cada 1% de aumento en el precio de GLP, su demanda disminuye entre un 0,19% y 1.04% (media de 0,68%). * Gas natural: existe una gran variabilidad en las estimaciones de la elasticidad de demanda de Gas Natural. Siendo productor de Gas Natural, Colombia tiene un contexto distinto a la mayoría de otros países, por lo que los valores del benchmarking internacional deben ser usados con cautela. Se estima que por cada 1% de aumento de precio de Gas Natural, la demanda de sectores de refino y petroquímica e industrial disminuye entre 0.01% y 1.9% (media de 0,29%). **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** No se identifican diferencias metodológicas para las emisiones al comparar las emisiones del escenario de referencia con los datos del inventario comunicado en el BTR1 para las categorías 1A1b, 1A1ci, 1A2, 1A3. Se identifican posibles diferencias metodológicas para las emisiones de la categoría 1A4c.
Medida 28: Reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) /Línea buenas prácticas y uso eficiente de los recursos.	La medida apunta a la reducción de emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC). Afecta la categoría de emisiones 2F. **Drivers de crecimiento:** La proyección tuvo en cuenta los usos máximos anuales de HFC en tCO_2eq con base en el cronograma del Protocolo de Montreal para Colombia. **Supuestos:** El escenario WM de la medida se construye para replicar los usos máximos anuales de HFC en tCO_2eq que la Unidad Técnica de Ozono (UTO) ha definido y que hace parte del compromiso de Colombia al Protocolo de Montreal. Consecuentemente, el escenario WOM toma las reducciones anuales de HFC en tCO_2eq del cronograma del Protocolo de Montreal y los agrega sobre el anterior. **Diferencias metodológicas con el inventario de GEI:** El inventario de GEI estima las emisiones resultantes del uso de HFC. Sin embargo, y como se mencionó anteriormente, las proyecciones de la medida tienen en cuenta los usos máximos anuales de HFC en tCO_2eq acorde al compromiso de Colombia frente al Protocolo de Montreal. Es decir, las proyecciones de esta medida se basan en consumos máximos de sustitutos SAO en tCO_2eq, mientras que en el INGEI se calculan sus emisiones. Esta decisión metodológica se tomó en común acuerdo entre la Unidad Técnica de Ozono (UTO) de la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana y la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo del Minambiente, junto a la Subdirección de Estudios Ambientales del IDEAM.

4CNCC

Ambiente | IDEAM

Capítulo 4

Impactos y Adaptación al Cambio Climático



4. Información relativa a los impactos del cambio climático y la adaptación, de conformidad con el Capítulo IV de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1) y en virtud del Artículo 13.8 y el Artículo 7 del Acuerdo de París.

AUTORES

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam

Andrés Felipe Carvajal Vanegas	ORCID - ID: 000-0001-7252-1006
Andrés Felipe Cruz Mendoza	ORCID - ID: 0009-0008-9762-0658
Eliana Isabel Toro Huertas	ORCID - ID: 0009-0003-5411-4783
Elizabeth Patiño Correa	ORCID - ID: 0000-0002-4706-6408
Gina Fernanda Vargas Torres	ORCID - ID: 0009-0009-9561-2256
Javier Espitia	ORCID - ID: 0000-0001-9957-9929
Jorge Luis Ceballos Liévano	ORCID - ID: 0009-0009-1464-752X
Leonardo Alfredo Pineda Pardo	ORCID - ID: 0000-0001-6645-6615
María Patricia Cuervo Cuellar	ORCID - ID: 0009-0005-2716-494X
Tonny Alberto Gualdron Pacheco	ORCID - ID: 0009-0004-4678-3036
Saida Martínez Serrano	ORCID - ID: 0009-0003-9536-9555
Henry Manuel García Diego	
Julián David Páez Saavedra	
Nubia Traslaviña Saavedra	
Ricardo Manzano	

Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Claudia Giovanna Rivera Tirado	ORCID - ID: 0009-0005-4425-9852
Guillermo Eduardo Armenta Porras	ORCID - ID: 0000-0002-1942-3383
Juan Camilo Molina Betancur	ORCID - ID: 0009-0000-6854-9807
Laura Hernández Gómez	ORCID - ID: 0000-0002-6806-5260
Omar Jaramillo Rodríguez	ORCID - ID: 0000-0003-0741-9499
Sindy Andrea Gómez Caro	ORCID - ID: 0009-0008-3638-5025

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Constantino Hernández Garay	ORCID - ID: 0009-0005-4320-0795
Daniela Fernanda Pérez Mesa	ORCID - ID: 0009-0004-5875-9041
Daniela Yulieth Mejia Peñata	ORCID - ID: 0000-0002-8512-439X
Diego Camilo Guio Sandoval	ORCID - ID: 0000-0001-6059-1963
Jessica Pinilla Orozco	ORCID - ID: 0009-0004-5042-2292
Luis Alberto Guerra Vargas	ORCID - ID: 0000-0003-1853-1486
María Fernanda López	ORCID - ID: 0000-0001-6877-0480
Marta Alexandra Barrera	ORCID - ID: 0009-0004-0333-0926
Miguel Ángel Herrera	ORCID - ID: 0009-0005-6194-4034
Néstor Roberto Garzon Cadena	ORCID - ID: 0009-0000-9749-4630
Ofelia Baquero Vergara	ORCID - ID: 0009-0000-8254-6485
Paola Andrea Molina Suarez	ORCID - ID: 0009-0004-2449-2553
Sandra Milena Rodríguez Peña	ORCID - ID: 0009-0006-1140-6227
Stephania Recalde García	ORCID - ID: 0000-0003-4791-2800
Stephany Novoa Diaz	ORCID - ID: 0009-0005-8313-7938
Suyapa Genoveva Barón López	ORCID - ID: 0009-0000-0184-182X
Arnold Cesar David León Sarmiento	
Diego Camilo Sandoval	
Jairo Neftali Cárdenas Saavedra	
Miguel Fernando Vera Lugo	
Omar Alfonso Sierra Rozo	

AUTORES

Departamento Nacional de Planeación

Julián Nicolás Grajales Amórtegui ORCID - ID: 0009-0007-9809-1949
Ana Malagón Llano
Diana Patricia Mendoza González

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Angie Natalia Medina ORCID - ID: 0000-0001-8626-3087
Carolina Castro Moreno ORCID - ID: 0000-0001-8316-1704
Elkin A. Noguera-Urbano ORCID - ID: 0000-0002-4391-4852
Ricardo Ortiz Gallego ORCID - ID: 0000-0003-1070-1081

Dirección General Marítima (DIMAR)

Christian Bermúdez Rivas ORCID - ID: 0000-0002-7363-7251
Joao Camilo Quijano Ferrín ORCID - ID: 0009-0006-1741-5845

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis"

Alejandra Vega Cabrera ORCID - ID: 0000-0003-1472-9209
Carolina García Valencia ORCID - ID: 0000-0002-3824-3839
Constanza Ricaurte Villota ORCID - ID: 0000-0003-1554-4994
Desireé Hernández-Narváez ORCID - ID: 0000-0001-6555-1290
Paula Cristina Sierra Correa ORCID - ID: 0000-0001-7252-7993

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

Lizeth Yurany Abril Cabrera ORCID - ID: 0009-0004-8526-8184

COORDINACIÓN TÉCNICA DEL CAPITULO

Eliana Isabel Toro Huertas
Elizabeth Patiño Correa
Leonardo Alfredo Pineda Pardo

REVISORES DE PRIMERA PARTE

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Luis Alberto Guerra Vargas

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam

Eliana Isabel Toro Huertas

PROYECTO 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Juan Camilo Molina Betancur

COLABORADORES

Ideam: Camilo Andrés Herrera Motta, Claudia Patricia Olarte Villanueva, Fabio Andrés Bernal Quiroga, Jorge Andrés Rodríguez, Juan Diego Mogollón Oviedo, Loren Stefannie Baquero Carvajal, Lucia Beatriz Correa Vivas. William González Daza, **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:** Adriana Marcela Botero Pito, Cristian Camilo Novoa Gonzalez, Jorge Augusto Acosta Rivera, Martha Cecilia Ochoa, Olga Adriana Nieto. **Departamento Nacional de Planeación:** Benjamín Andrés Calderón Zuleta, Juan Camilo González Romero**. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas:** Marinela Del Carmen Valencia Giraldo. **Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt:** Carlos J. Muñoz-Rodríguez, Cristian Cruz Rodríguez. **Dirección General Marítima (DIMAR):** Germán Augusto Escobar Olaya, Hermann Aicardo León Rincón, Jonathan Fabrizio Gómez Sierra,Juan Carlos Olarte Guzman, **Griffith University (School of Environment and Science, Australian Rivers Institute):** Andrés Felipe Suárez-Castro. **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural:** Carlos Andrés Capachero Martínez**, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo:** Ludys Esther

Rodríguez Angulo**, Ministerio de Hacienda y Crédito Público:** Hilario Jose Padilla Quintero, Oscar Enrique Guzman Silva**, Ministerio de Minas y Energía:** Michael Oswaldo Sandoval Salinas, **Ministerio de Salud y Protección Social:** Diego Moreno Heredia**, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio:** Catalina Castañeda Ramírez, July Esperanza González Monsalve, Liliana Elizabeth Caicedo Mora, **Mesa agroclimática:** Adriana María Mariaca (Lideresa indígena resguardo de Quintana), Albeiro Macarela (Rector de la institución educativa de Poblazón), Ana Morocho (Asoproquintana), Avelino Bonilla (JAC San Alfonso), Carlos Yacumal (Asprovit), César Hidalgo (Asocampo), Doris Alejo (Equipo IDEAM-ENANDES), Elsa Miriam Escobar Camacho (Junta Comunal de la vereda Pisojé Bajo), Giovanni Erazo Méndez (Alcaldía de Popayán, Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Desastres), Guillermo Podestá (OMM), Helmer Alexis Guzmán (Equipo IDEAM-ENANDES), Hugo Saavedra (Equipo IDEAM-ENANDES), Jesús Antonio Maca (Gobernador del Resguardo de Poblazón), Jesús Ferney Quilindo (Rector indígena), José Antonio Contreras (Rector institución educativa Las Huacas), Juan Prado (Director de Gestión de Riesgo de Desastres de la Cruz Roja), Juliana Paz (Equipo IDEAM-ENANDES), Liliana Recamán (Acueducto de Popayán, Fundación Río Piedras), Lina Pico (Equipo IDEAM-ENANDES), Luis Barreto (Equipo IDEAM-ENANDES), María del Mar Chará Herrera (CRC), María del Socorro Andrade (Docente Centro Educativo Vueltas de Patico), Martha Cadena (Equipo IDEAM-ENANDES), Neida Eufaris Toro Patiño (Profesora de institución educativa de Novirao), Oscar Campo (Asopesca), Patricia Meneses (JAC Pisojé Alto), Roberta Boscolo (OMM), Rosalba Galindo (Vereda Sendero), Shirley Muñoz (Equipo IDEAM-ENANDES), Socorro Anaya (SENA Cauca), Víctor Zúñiga (Equipo IDEAM-ENANDES), Zoraida Golondrino (Asocampo), Institución educativa Polindara sede San José, Rector Centro Educativo Vueltas de Patico, Rector Institución Educativa Novirao



4.1. Circunstancias Nacionales, arreglos institucionales y marcos jurídicos

La adaptación al cambio climático en Colombia se organiza a través del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), que coordina la acción de entidades nacionales, sectoriales, territoriales y ambientales. En este sistema, cada actor cumple funciones según sus competencias: las entidades nacionales orientan la política y los lineamientos; los sectores incorporan la adaptación en sus planes e inversiones; y los departamentos, municipios, distritos y autoridades ambientales integran la adaptación en la planificación territorial y ambiental.

Esta organización se apoya en instrumentos de política y planificación de diferente naturaleza. La Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés), expresa compromisos y prioridades que Colombia comunica y reporta internacionalmente. Su implementación se articula con instrumentos nacionales como la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y los planes integrales de gestión del cambio climático sectoriales (PIGCCS) y territoriales (PIGCCT).

El seguimiento de la adaptación combina información técnica, reportes institucionales y evaluación de avances. Para ello, el país cuenta con sistemas de información climática y herramientas de monitoreo que permiten organizar datos sobre amenazas, vulnerabilidad, riesgo y capacidad adaptativa. Estos instrumentos buscan apoyar decisiones públicas más informadas y mejorar la rendición de cuentas.

4.1.1. Arreglos institucionales y la gobernanza

El principal arreglo institucional y de gobernanza para la adaptación al cambio climático en Colombia es el SISCLIMA, descrito en el subcapítulo 1.6.2 Institucionalidad nacional relativa al cambio climático. En este marco, los ministerios que integran el SISCLIMA, junto con los departamentos, municipios, distritos, las Corporaciones Autónomas Regionales y Parques Nacionales Naturales de Colombia, son las entidades responsables del cumplimiento de las metas nacionales de adaptación territorial al cambio climático, en los términos establecidos por la Ley 1931 de 2018 y conforme a sus respectivas competencias.

Asimismo, Colombia cuenta con un conjunto consolidado de instrumentos de planificación y gestión del cambio climático que orientan la acción climática a nivel nacional y territorial. Entre estos se destacan la NDC que expresa compromisos y prioridades que Colombia comunica internacionalmente. Su implementación se apoya en instrumentos nacionales de política y planificación, entre ellos la PNCC, el PNACC y los planes integrales de gestión del cambio

climático sectoriales y territoriales (PIGCCS y PIGCCT), que deben incorporarse a la planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial.

A continuación, se describe cómo los actores del SISCLIMA contribuyen a los distintos aspectos clave de la gobernanza climática del país:

- **Evaluaciones de impacto:** La Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) asegura que las evaluaciones relacionadas con el cambio climático se integren en los estudios de impacto ambiental de nivel nacional. Para ello cuenta con el apoyo de su Comité de Información Técnica y Científica (CITCCC) y con las competencias del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), entidad encargada de proporcionar la base científica y técnica sobre el ambiente y los recursos naturales renovables. El IDEAM también es responsable de la generación y evaluación de datos y series climáticas, el análisis de vulnerabilidad, riesgo y adaptación al cambio climático, así como de la elaboración de reportes bienales y comunicaciones nacionales que se presentan al país y a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Lo anterior no limita que sectores y territorios, de acuerdo con sus capacidades y recursos disponibles, generen información que permita identificar y evaluar los riesgos, impactos y vulnerabilidades frente a los efectos adversos del clima en sus respectivas escalas y jurisdicciones.

- **Estrategias y medidas para hacer frente al cambio climático a nivel sectorial:** Las estrategias y medidas sectoriales se definen mediante los Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Sectorial (en adelante, PIGCCS), diseñados e implementados por cada sector bajo la coordinación de la CICC y en concordancia con la PNCC. Tanto el Departamento Nacional de Planeación (DNP) como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) actúan como entidades articuladoras dentro de la CICC para coordinar medidas en sectores económicos clave como energía, agricultura, transporte, industria, salud, agua y saneamiento básico, y vivienda. Por su parte, los sectores implementan acciones concretas de mitigación y adaptación a través de sus planes. Los ministerios cabeza de sector tienen la responsabilidad de planificar, implementar y hacer seguimiento a sus medidas de adaptación conforme a los lineamientos definidos por la CICC. A su vez, los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC) permiten que las estrategias sectoriales se ajusten a las realidades subnacionales y, en lo posible, se coordinen con las prioridades establecidas en los PIGCCT y los planes de desarrollo departamentales, municipales y distritales.

- **Toma de decisiones y planificación:** En Colombia, la toma de decisiones y la planificación en materia de cambio climático se desarrollan bajo el principio de descentralización establecido en la Constitución Política. En

este marco, las entidades territoriales (departamentos, municipios y distritos) cuentan con autonomía para planificar y ejecutar políticas de adaptación al cambio climático de acuerdo con sus competencias. Este enfoque permite que las decisiones se adapten a las realidades locales, favoreciendo una acción climática más efectiva y contextualizada. Las necesidades y prioridades de adaptación forman parte de uno de los componentes del PIGCCT de cada departamento. Entre las acciones prioritarias se incluyen la conservación y restauración de ecosistemas, la sostenibilidad agrícola y la seguridad alimentaria, así como el fortalecimiento de infraestructuras mediante una planificación urbana resiliente y un ordenamiento territorial orientado a la gestión del agua. Asimismo, los departamentos, municipios y distritos deben incorporar la gestión de la adaptación en sus planes de desarrollo, tomando como referencia los PIGCCT. El principio de desconcentración, por su parte, permite distribuir funciones decisivas en materia de cambio climático como la evaluación y aprobación de proyectos entre diferentes entidades y niveles de gobierno, evitando la centralización del poder.

- **Coordinación y ajuste de prioridades:** El PNACC, a través de sus objetivos y líneas de acción prioritarias, constituye un instrumento de política de largo plazo que orienta el ajuste de las actividades de sectores y territorios según las necesidades emergentes de cada región, fortaleciendo la coherencia entre los distintos niveles de gobierno. A su vez, las líneas instrumentales de la PNCC complementan al PNACC al habilitar las condiciones necesarias para implementar las acciones prioritarias de adaptación. La visión de largo plazo del país y su complementariedad con el objetivo de carbono neutralidad deberán alinearse con la Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia (E2050).

- **Consultas, participación y tratamiento de cuestiones transversales:** El Decreto 298 de 2016 y la Ley 1931 de 2018 promueven la participación de la sociedad civil, el sector privado, la academia y las autoridades locales en la implementación de las políticas climáticas. Los NRCC constituyen espacios que incluyen a estos actores y facilitan consultas territoriales, asegurando que cuestiones transversales como la equidad de género, los derechos humanos y la participación de las comunidades más vulnerables sean consideradas en la planificación y la toma de decisiones. Adicionalmente, el país cuenta con la Ley 2273 de 2022, mediante la cual se aprueba y ratifica el Acuerdo de Escazú, que garantiza el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales.

- **Aplicación y gobernanza de los datos:** El Sistema Nacional de Información para el Cambio Climático (SNICC), es el sistema oficial de coordinación y articulación institucional, sectorial y territorial que facilita la gestión y divulgación de datos e información sobre cambio climático. Este

sistema fue descrito previamente en el subcapítulo 1.8 Sistemas de información para el cambio climático.

Como herramienta complementaria, el Sistema de Información de Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación (SIIVRA), al interior del Sistema de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación al Cambio Climático, deberá facilitar la toma de decisiones informadas en materia de adaptación al cambio climático, al centralizar y coordinar información clave sobre riesgos climáticos que permita realizar el seguimiento y la evaluación de la política, sus instrumentos, las medidas implementadas y los compromisos nacionales.

- **Vigilancia, evaluación y presentación de información:** El DNP es responsable de la evaluación y el seguimiento de la política de cambio climático, de la NDC y de sus instrumentos, con la participación de las demás entidades involucradas. No obstante, el seguimiento operativo recae principalmente en los actores del SISCLIMA responsables de la implementación de los PIGCCT y los PIGCCS. La comunicación y presentación de la información se realiza ante la CICC, el DNP y el Minambiente, a través de los mecanismos que estas entidades determinen para informar al público sobre los avances y resultados alcanzados.

4.1.1.1. Los marcos jurídicos, regulatorios y de políticas

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos para el desarrollo sostenible en Colombia, por tanto, la adaptación a sus efectos es crucial para salvaguardar la integridad de los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades. El marco jurídico, regulatorio y de políticas en Colombia ha evolucionado en respuesta a esta necesidad, incorporando una variedad de acuerdos e instrumentos multilaterales, que promueven la adaptación y la gestión del riesgo. En la Tabla 4-1 se presenta el marco jurídico y de política ocurrido a partir del año 2024 y hasta el primer semestre de 2026.

Tabla 4-1. Marco jurídico y de política expedido en el año 2024-2026 (primer semestre)

Instrumento Normativo	Descripción
Sentencia C-280 de 2024	Los Estudios de Impacto Ambiental – EIA deben incluir obligatoriamente una evaluación de los impactos relacionados con el cambio climático.
Sentencia T-123 de 2024	La Corte Constitucional reconoce el desplazamiento forzado interno por factores ambientales, incluyendo el cambio climático.
Ley 2476 de 2025	Fortalece la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo en Colombia a través de ciudades y centros urbanos verdes, biodiversos y resilientes.

Instrumento Normativo	Descripción
Ley 2478 de 2025	Promueve la conservación, restauración y uso racional de los humedales, incluyendo manglares. Establece sanciones más severas para quienes afecten estos ecosistemas.
Resolución 1491 de 2025	Reglamenta la Ley 2173 de 2021, estableciendo criterios para la creación de "Áreas de Vida" y restauración ecológica, aplicables en ecosistemas de manglar.
Estrategia Nacional de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) 2026	Orienta el diseño, la planificación, la implementación y el escalonamiento de proyectos de SbN.
Ley 2577 de 2026	Reconoce la condición de desplazamiento forzado interno por causas asociadas al cambio climático, la degradación ambiental y los desastres naturales, se fijan lineamientos para su identificación.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Capacidad adaptativa

La capacidad de adaptación corresponde a la aptitud de los sistemas humanos, naturales u otros para ajustarse a los cambios en el medio, con el propósito de reducir el impacto de posibles daños o de aprovechar las oportunidades que estos generan (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2020). En el contexto del cambio climático, este ajuste implica moderar los daños o aprovechar las condiciones favorables que ofrece el clima en los sistemas humanos, mientras que en algunos sistemas naturales la intervención humana puede facilitar dicho ajuste frente al clima proyectado y sus efectos (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Colombia avanza en la consolidación de un sistema de seguimiento a esta capacidad, junto con los demás componentes de la vulnerabilidad y el riesgo climático, mediante el desarrollo del Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación (SIIVRA). Su implementación completa se proyecta para 2028, conforme a lo establecido en la Ley 2169 de 2021 y en el marco de las metas de adaptación definidas en la NDC 2.0. Desde su marco conceptual, definido desde la fase de diseño del sistema, el SIIVRA estructura su análisis en ocho dimensiones territoriales (soberanía alimentaria y producción agropecuaria, biodiversidad y servicios ecosistémicos, recursos hídricos, salud humana, hábitat humano, riesgo de desastre, infraestructura y patrimonio cultural), lo que permitirá comparar distintas unidades territoriales de análisis a partir de datos confiables, documentados y periódicos.

Una vez consolidados, los indicadores y salidas de información del SIIVRA permitirán comparar entre municipios e identificar fortalezas y debilidades al interior de los departamentos, así como conocer cómo avanza la adaptación en el país, considerando el cambio positivo o negativo en la vulnerabilidad, ya sea por variación en la sensibilidad o en la capacidad adaptativa. Los análisis preliminares y sus resultados en las dimensiones de biodiversidad y servicios

ecosistémicos, recursos hídricos, seguridad alimentaria y producción agropecuaria y salud humana se presentan en la sección 4.2.2. El desarrollo metodológico del componente de riesgo y vulnerabilidad del sistema se presenta en la sección 4.2.3. El módulo de monitoreo, evaluación y aprendizaje (MEL) del SIIVRA, junto con el sistema de M&E de la adaptación en su conjunto, se desarrolla en la sección 4.6.

4.2. Efectos, riesgos y vulnerabilidades

Colombia entiende el riesgo climático como el resultado de la interacción entre las amenazas climáticas, la exposición de personas, ecosistemas, infraestructura y actividades económicas, y la vulnerabilidad de esos sistemas. La vulnerabilidad, a su vez, depende de dos elementos: la sensibilidad, es decir, qué tan susceptible es un sistema a ser afectado por cambios en el clima; y la capacidad adaptativa, entendida como la posibilidad de prepararse, responder y ajustarse frente a esos cambios.

Bajo este enfoque, las mediciones de temperatura, precipitación, nivel del mar, temperatura superficial del mar y eventos extremos no constituyen por sí solas una evaluación completa de riesgo. Estas variables permiten caracterizar la amenaza climática. Para estimar el riesgo, deben analizarse junto con información sobre exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

El principal instrumento nacional para integrar esta información es el SIIVRA, administrado operativamente por el IDEAM y articulado al SNICC. Este sistema permite organizar información sobre amenazas, sensibilidad, capacidad adaptativa, vulnerabilidad y riesgo, y sirve como base para las evaluaciones de vulnerabilidad, riesgo y adaptación, así como para el seguimiento de los cambios asociados al clima.

4.2.1. Tendencias climáticas observadas y escenarios proyectados

4.2.1.1. Tendencias históricas de temperatura y precipitación

El registro hidrometeorológico sistematizado por el IDEAM para el período 1981-2024 evidencia tendencias sostenidas de cambio en las principales variables climáticas del territorio colombiano, con el calentamiento de la temperatura como señal más consistente y de mayor alcance territorial (Benavides & Ayala, 2025).

Temperatura

La temperatura media nacional ha aumentado a una tasa promedio de 0,02 °C por año durante el período 1981-2024 (Benavides & Ayala, 2025). A escala mensual, las tres variables de temperatura presentan tendencias positivas, siendo la temperatura mínima la que registra las mayores tasas de aumento (aproximadamente 0,03 °C/año), con valores más pronunciados entre los meses de marzo a junio y en octubre (Ruiz, Melo, Herrera, & Vega, 2023).

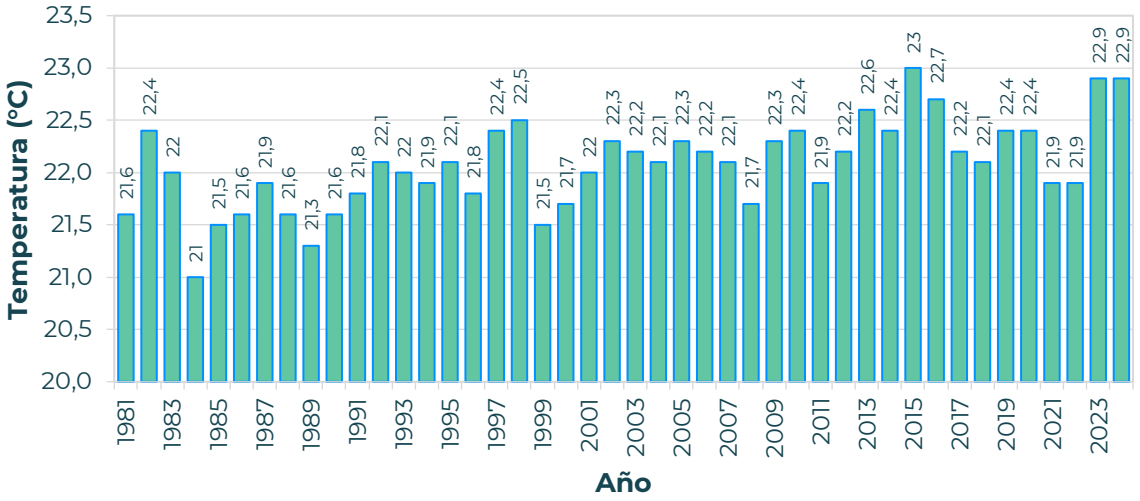


Figura 4-1. Temperatura Media anual promedio para Colombia, periodo 1981-2024

Fuente: (Benavides & Ayala, 2025)

Tabla 4-2. Tasa de cambio mensual promedio de las temperaturas media, máxima y mínima en Colombia, periodo 1981-2020

Mes	Tasa de variación (°C/año)		
	Temperatura Media	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima
Enero	0,02	0,03	0,03
Febrero	0,02	0,02	0,03
Marzo	0,02	0,03	0,03
Abril	0,03	0,03	0,03
Mayo	0,03	0,02	0,03
Junio	0,03	0,02	0,03
Julio	0,02	0,03	0,03
Agosto	0,02	0,03	0,03
Septiembre	0,02	0,03	0,03
Octubre	0,03	0,03	0,03
Noviembre	0,02	0,02	0,02
Diciembre	0,02	0,03	0,02

Fuente: Ajustado de (Ruiz, Melo, Herrera, & Vega, 2023)

A escala departamental, la tasa de calentamiento se sitúa entre 0,02 °C y 0,03 °C por año para las tres variables de temperatura en todos los departamentos del

país (Ruiz, Melo, Herrera, Fonseca, et al., 2023). Los menores valores de calentamiento se registran en Bolívar, Norte de Santander y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, mientras que los mayores corresponden a Tolima, Casanare, Putumayo y Amazonas, departamentos que combinan características de ubicación geográfica, altitud y cobertura vegetal que amplifican la respuesta térmica ante el forzamiento radiativo global.

Tabla 4-3. Tasa de cambio anual promedio por departamento de las temperaturas media, máxima y mínima en Colombia, período 1981-2020

Departamento	Tasa de variación (°C/año)		
	Temperatura Media	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima
Amazonas	0,03	0,03	0,03
Antioquia	0,02	0,03	0,02
Arauca	0,02	0,03	0,02
Atlántico	0,02	0,03	0,02
Bolívar	0,02	0,02	0,02
Boyacá	0,03	0,03	0,02
Caldas	0,02	0,03	0,02
Caquetá	0,02	0,02	0,03
Casanare	0,03	0,03	0,03
Cauca	0,02	0,03	0,02
Cesar	0,02	0,03	0,02
Chocó	0,02	0,03	0,02
Córdoba	0,03	0,03	0,02
Cundinamarca	0,02	0,03	0,02
Guainía	0,03	0,03	0,02
Guaviare	0,02	0,03	0,02
Huila	0,03	0,03	0,02
La Guajira	0,02	0,02	0,03
Magdalena	0,02	0,03	0,02
Meta	0,03	0,02	0,03
Nariño	0,02	0,03	0,02
Norte de Santander	0,02	0,02	0,02
Putumayo	0,03	0,03	0,03
Quindío	0,03	0,03	0,02
Risaralda	0,02	0,03	0,02
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	0,02	0,02	0,02
Santander	0,02	0,03	0,02
Sucre	0,03	0,03	0,02
Tolima	0,03	0,03	0,03
Valle del Cauca	0,03	0,03	0,02
Vaupés	0,03	0,03	0,02
Vichada	0,03	0,02	0,03

Fuente: Ajustado de (Ruiz, Melo, Herrera, Fonseca, et al., 2023)

Precipitación

La tendencia nacional de precipitación para el período 1981-2024 es de aumento, con un incremento promedio de aproximadamente 4 mm por año (Benavides & Ayala, 2025). Sin embargo, esta tendencia promedio encubre una marcada heterogeneidad territorial: departamentos como Caldas, Risaralda y Chocó registran aumentos superiores al promedio nacional, mientras que en Arauca y Meta la tendencia es hacia la reducción de los totales anuales de precipitación (Ruiz, Melo, Herrera, Fonseca, et al., 2023). Esta variabilidad espacial refleja la influencia combinada de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), los sistemas de circulación del Pacífico y el Atlántico tropical, y el efecto orográfico de la cordillera andina sobre los patrones regionales de lluvia.

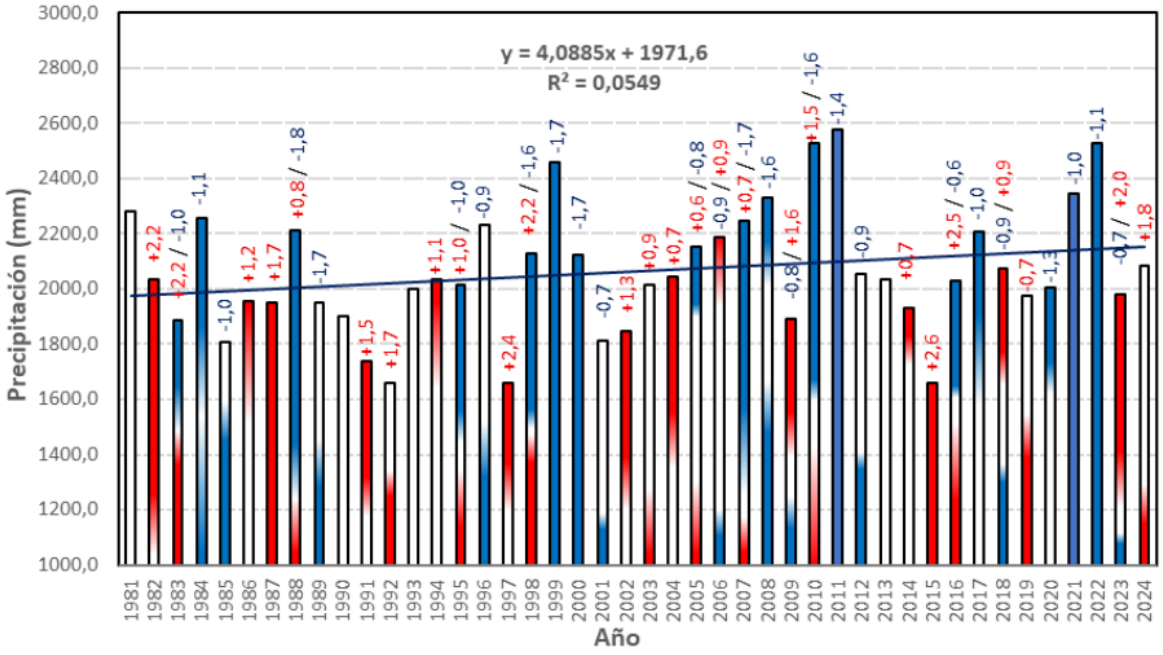


Figura 4-2. Precipitación anual promedio para Colombia, periodo 1981-2024.

Fuente: (Benavides & Ayala, 2025).

La influencia del Fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es claramente identificable en la serie histórica de precipitación. Los años con eventos El Niño de mayor intensidad, como 1991-1992, 1997 y 2015, registran reducciones significativas en los totales anuales, mientras que los años con eventos La Niña pronunciados, como 1999, 2010-2011 y 2022, presentan aumentos notables que en algunos casos derivaron en emergencias hidrometeorológicas de gran escala.

En cuanto a los eventos extremos de precipitación, la tendencia en la mayor parte del país ha sido hacia el aumento en la cantidad de días con lluvias extremas y muy extremas durante el período 1981-2020 (Ruiz, Melo, Herrera, Fonseca, et al., 2023). Esta tendencia es la excepción en los departamentos de Guainía, Vaupés, Caquetá, Amazonas y Arauca, donde se observa una reducción en la frecuencia

de este tipo de eventos. En paralelo, la duración máxima de los períodos secos muestra una tendencia al aumento en las regiones Caribe y Orinoquía, así como en los departamentos de Huila, Tolima, Cundinamarca, Santander, Norte de Santander y Antioquia (Ruiz, Melo, Herrera, Fonseca, et al., 2023), lo que configura un patrón de intensificación simultánea de los extremos húmedos y secos en distintas regiones del territorio nacional.

4.2.1.2. Escenarios de cambio climático proyectados para la precipitación y la temperatura media

Con base en los Escenarios de Cambio Climático de la Cuarta Comunicación Nacional de Colombia (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024), elaborados a partir de 25 modelos del proyecto NEX-GDDP de la NASA bajo cuatro trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5) del Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), los cambios más significativos en precipitación y temperatura se concentrarían en la segunda mitad del siglo XXI, con mayor intensidad bajo los escenarios de emisiones intermedias-altas (SSP3-7.0) y altas (SSP5-8.5). La metodología de elaboración de estos escenarios se describe en la sección 4.2.3.

En cuanto a la precipitación, las proyecciones indican que la región Caribe y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina experimentarían las mayores reducciones, con disminuciones superiores al 20% de los volúmenes anuales del período de referencia 1981-2010. En contraste, las regiones Andina y Pacífica registrarían los mayores incrementos, con aumentos que superarían el 30% de los volúmenes anuales bajo los escenarios de mayores emisiones (Figura 4-3). Para la temperatura media, los aumentos proyectados oscilarían entre 1 °C y 4 °C bajo los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5, con los incrementos más pronunciados en el centro y norte de la región Andina y en la Amazonia (Figura 4-4) (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024).

A escala departamental, los territorios más afectados por reducción de precipitación serían La Guajira, el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Atlántico y Magdalena, y en menor medida Cesar, Arauca, Guainía y Vichada. Los departamentos con mayores aumentos proyectados de lluvias serían Nariño, Valle del Cauca, Putumayo, Huila, Tolima, Risaralda, Quindío y Cauca. En cuanto a temperatura, el calentamiento proyectado afectaría la totalidad del territorio nacional, con los incrementos más altos en Casanare, Vichada, Amazonas, Norte de Santander, Huila, Tolima, Risaralda, Valle del Cauca y Nariño (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024).

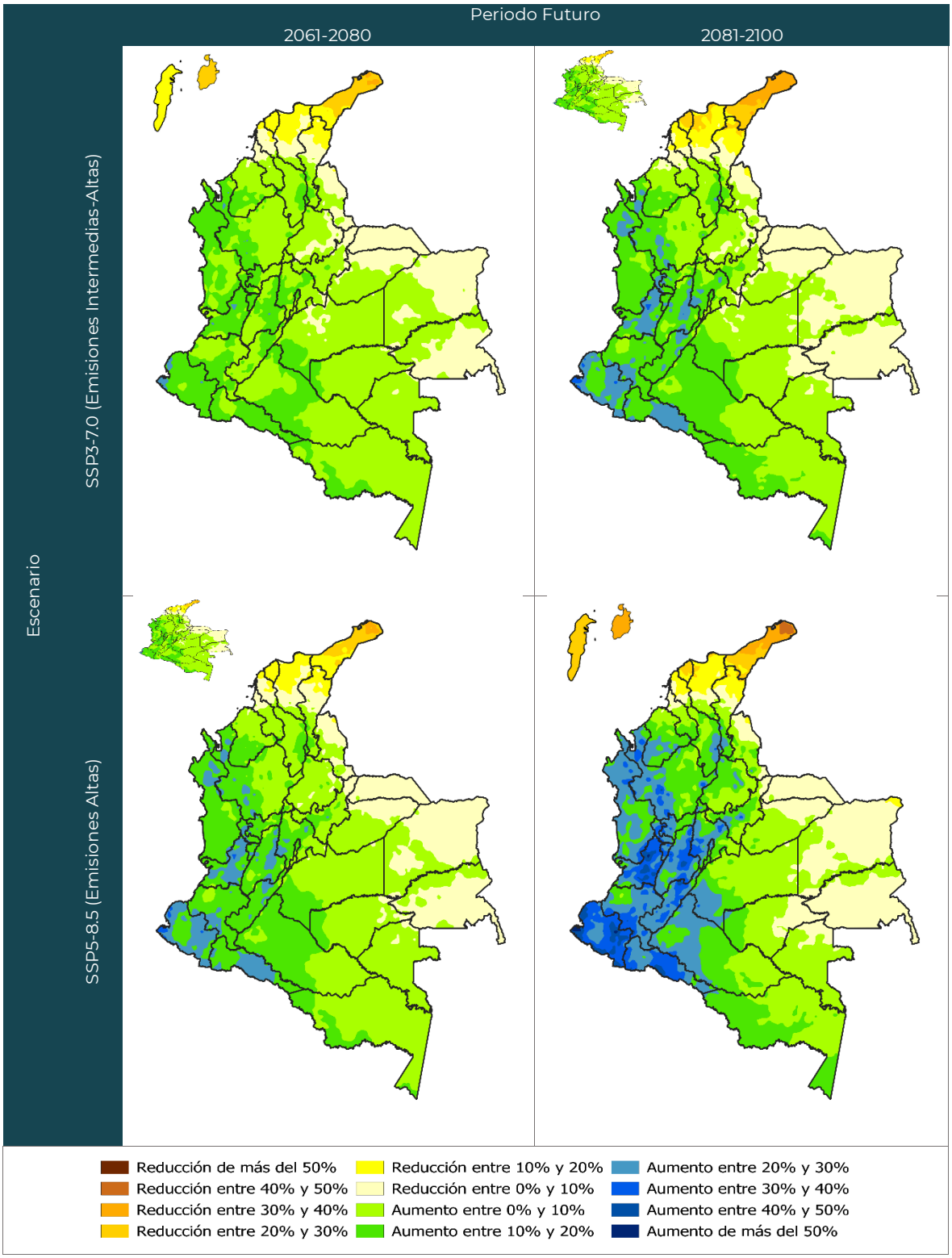


Figura 4-3. Cambios futuros proyectados del volumen anual de la precipitación para Colombia en la segunda mitad del siglo XXI (periodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5

Fuente: Extraído de (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024)

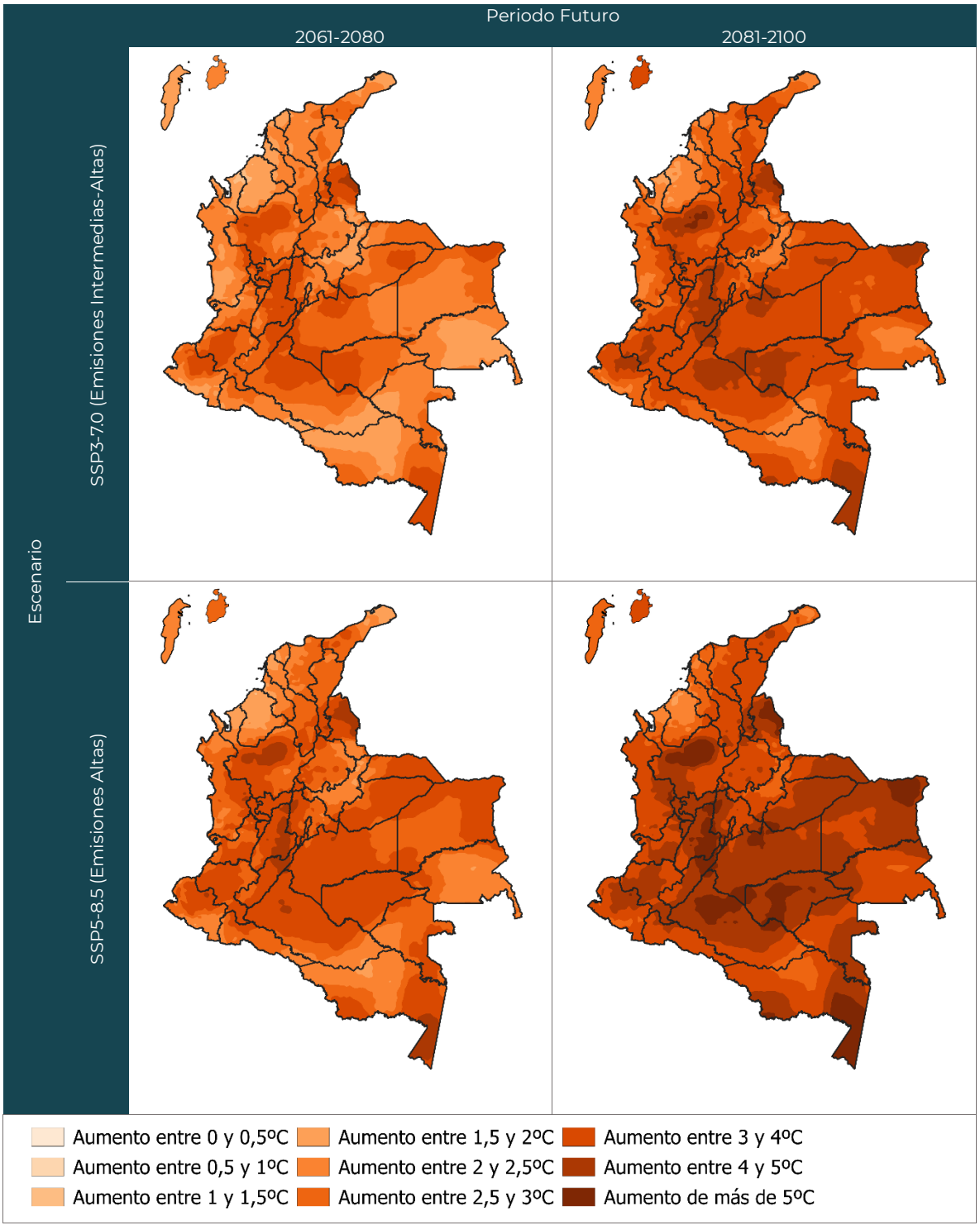


Figura 4-4. Cambios futuros proyectados de la temperatura media para Colombia en la segunda mitad del siglo XXI (periodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios de emisiones SSP3-7.0 y SSP5-8.5

Fuente: Extraído de (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024)

Tabla 4-4. Cambios futuros promedio proyectados del volumen anual de precipitación por departamento para Colombia en la segunda mitad del siglo XXI (períodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5

Departamento	SSP3-7.0 2061-2080	SSP3-7.0 2081-2100	SSP5-8.5 2061-2080	SSP5-8.5 2081-2100
Amazonas				
Antioquia				
Arauca				
Atlántico				
Bogotá				
Bolívar				
Boyacá				
Caldas				
Caquetá				
Casanare				
Cauca				
Cesar				
Chocó				
Córdoba				
Cundinamarca				
Guainía				
Guaviare				
Huila				
La Guajira				
Magdalena				
Meta				
Nariño				
Norte de Santander				
Putumayo				
Quindío				
Risaralda				
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina				
Santander				
Sucre				
Tolima				
Valle del Cauca				
Vaupés				
Vichada				

Reducción de más del 50%
Reducción entre 40% y 50%
Reducción entre 30% y 40%
Reducción entre 20% y 30%
Reducción entre 10% y 20%
Reducción entre 0% y 10%
Aumento entre 0% y 10%
Aumento entre 10% y 20%
Aumento entre 20% y 30%
Aumento entre 30% y 40%
Aumento entre 40% y 50%
Aumento de más del 50%

Fuente: Elaboración propia a partir de (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024)

Tabla 4-5. Cambios futuros promedio proyectados de la temperatura media por departamento para Colombia en la segunda mitad del siglo XXI (períodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5

Departamento	SSP3-7.0 2061-2080	SSP3-7.0 2081-2100	SSP5-8.5 2061-2080	SSP5-8.5 2081-2100
Amazonas				
Antioquia				
Arauca				
Atlántico				
Bogotá				
Bolívar				
Boyacá				
Caldas				
Caquetá				
Casanare				
Cauca				
Cesar				
Chocó				
Córdoba				
Cundinamarca				
Guainía				
Guaviare				
Huila				
La Guajira				
Magdalena				
Meta				
Nariño				
Norte de Santander				
Putumayo				
Quindío				
Risaralda				
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina				
Santander				
Sucre				
Tolima				
Valle del Cauca				
Vaupés				
Vichada				

Aumento entre 0 y 0,5ºC
Aumento entre 0,5 y 1ºC
Aumento entre 1 y 1,5ºC
Aumento entre 1,5 y 2ºC
Aumento entre 2 y 2,5ºC
Aumento entre 2,5 y 3ºC
Aumento entre 3 y 4ºC
Aumento entre 4 y 5ºC
Aumento de más de 5ºC

Fuente: Elaboración propia a partir de (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024)

Tabla 4-6. Cambios futuros promedio proyectados de precipitación (Pr) y temperatura media (TM) para los departamentos con mayores cambios proyectados en la segunda mitad del siglo XXI (períodos 2061-2080 y 2081-2100), bajo los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5

	DEPARTAMENTO	SSP3-7.0 2061-2080		SSP3-7.0 2081-2100		SSP5-8.5 2061-2080		SSP5-8.5 2081-2100	
		Pr	TM	Pr	TM	Pr	TM	Pr	TM
Reducción de la precipitación	La Guajira								
	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina								
	Atlántico								
	Magdalena								
	Cesar								
	Arauca								
	Guainía								
	Vichada								
Aumento de la precipitación	Nariño								
	Valle del Cauca								
	Putumayo								
	Huila								
	Tolima								
	Risaralda								
	Quindío								
	Cauca								

Leyenda – Cambio Porcentual del volumen de la Precipitación (Pr)

Reducción de más del 50%	Reducción entre 10% y 20%	Aumento entre 20% y 30%
Reducción entre 40% y 50%	Reducción entre 0% y 10%	Aumento entre 30% y 40%
Reducción entre 30% y 40%	Aumento entre 0% y 10%	Aumento entre 40% y 50%
Reducción entre 20% y 30%	Aumento entre 10% y 20%	Aumento de más del 50%

Leyenda – Cambio de la Temperatura Media (TM)

Aumento entre 0 y 0,5ºC	Aumento entre 1,5 y 2ºC	Aumento entre 3 y 4ºC
Aumento entre 0,5 y 1ºC	Aumento entre 2 y 2,5ºC	Aumento entre 4 y 5ºC
Aumento entre 1 y 1,5ºC	Aumento entre 2,5 y 3ºC	Aumento de más de 5ºC

Fuente: Elaboración propia a partir de (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024)

Un aspecto de particular relevancia para la planificación de la adaptación es la convergencia de ambas señales en varios departamentos: aquellos donde se proyecta reducción de precipitación enfrentarían simultáneamente aumentos de temperatura superiores a 2 °C, lo que agudizaría los riesgos asociados a la salud, la agricultura y la disponibilidad hídrica. A su vez, varios de los departamentos con mayor aumento proyectado de lluvias también registrarían incrementos de temperatura superiores a 3 °C, con implicaciones significativas para la infraestructura y el riesgo de desastres (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024). Los valores cuantitativos

desagregados por departamento, escenario y período se presentan en las Tabla 4-4, Tabla 4-5 y Tabla 4-6.

4.2.1.3. Posibles efectos de cambio de precipitación proyectada en cuencas asociadas a áreas susceptibles de inundación

De manera complementaria al análisis nacional de los escenarios de cambio climático, se realizó una lectura específica de la variación proyectada de la precipitación en cuencas hidrográficas que presentan áreas susceptibles a inundación asociadas al fenómeno La Niña 2010-2011. Este análisis permite relacionar la señal climática futura de precipitación con territorios que históricamente han registrado afectaciones por exceso hídrico, aportando elementos para la identificación de áreas de interés en materia de adaptación y gestión del riesgo climático.

El análisis se presenta para la segunda mitad del siglo XXI, específicamente para los periodos 2061-2080 y 2081-2100 (horizontes en los que se esperarían los cambios de mayor magnitud para el país) bajo los escenarios de emisiones intermedias-altas y altas (SSP3-7.0 y SSP5-8.5, respectivamente).

La incorporación de este análisis resulta pertinente en la medida en que la precipitación constituye una variable determinante en la generación de escorrentía, el incremento de caudales y la ocurrencia de eventos asociados al exceso hídrico. En este sentido, la lectura de los cambios proyectados de precipitación en cuencas con antecedentes de inundación permite reconocer territorios donde las condiciones climáticas futuras podrían interactuar con factores físicos, sociales y territoriales que inciden en la configuración del riesgo.

El análisis se desarrolló a nivel de cuenca hidrográfica, en lugar de limitarse exclusivamente a las manchas de inundación, debido a que la ocurrencia y magnitud de una inundación dependen de la respuesta hidrológica integrada de toda el área aportante. En este sentido, la precipitación que incide sobre la parte alta, media y baja de una cuenca contribuye a la generación, concentración y propagación de la escorrentía que finalmente puede alcanzar las zonas inundables.

El análisis se centró en las cuencas Caribe y Magdalena, asociadas a las áreas susceptibles a inundación, y combinándolo con el valor medio del cambio porcentual de la precipitación futura proyectada por los escenarios de cambio climático dentro de cada cuenca mediante estadísticas zonales. Este valor se interpretó como el cambio porcentual medio areal de la precipitación proyectada, permitiendo comparar de manera homogénea la señal climática entre cuencas, escenarios y horizontes temporales.

Para facilitar la interpretación de los resultados, los cambios porcentuales medios de precipitación fueron agrupados en tres categorías: bajo, medio y alto, como se presenta en la Tabla 4-7. Esta clasificación permite diferenciar la magnitud de la señal climática proyectada y orientar su lectura en relación con las áreas susceptibles a inundación.

Tabla 4-7. Rangos de clasificación del cambio porcentual medio de precipitación proyectada

Categoría	Rango porcentual	Interpretación para el análisis
Bajo	< 5 %	Señal climática de baja magnitud o variación poco significativa del régimen de precipitación.
Medio	5 % - 15 %	Señal moderada de cambio, con posible incidencia sobre la respuesta hidrológica de la cuenca.
Alto	> 15 %	Señal relevante de modificación del régimen de lluvias, con potencial incidencia sobre procesos asociados al exceso hídrico.

Fuente: elaboración propia a partir de (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024).

Como se observa en la Tabla 4-7, la categoría baja corresponde a variaciones inferiores al 5 %, las cuales representan cambios de magnitud reducida respecto al período de referencia y pueden encontrarse dentro de la variabilidad natural del régimen de lluvias y de la incertidumbre inherente a las proyecciones climáticas. Por tanto, se interpretan como condiciones donde la señal climática no evidencia una modificación sustancial del comportamiento medio de la precipitación.

La categoría media, definida entre 5 % y 15 %, representa una señal moderada de modificación del régimen de precipitación, con capacidad de incidir sobre la respuesta hidrológica de la cuenca. Aunque no implica por sí sola un cambio extremo, puede ser relevante en cuencas con alta pendiente, baja capacidad de infiltración, suelos saturables, coberturas transformadas o presencia de centros poblados e infraestructura en zonas bajas.

Finalmente, la categoría alta corresponde a incrementos superiores al 15 %, considerados señales significativas de cambio que pueden traducirse en alteraciones relevantes del balance hidrológico, los volúmenes de escorrentía y los caudales generados durante eventos de lluvia, especialmente cuando coinciden con territorios expuestos a inundaciones. En cuencas susceptibles a inundación, una mayor precipitación media proyectada puede incrementar la probabilidad de que eventos de lluvia produzcan respuestas hidrológicas más severas, en particular cuando coinciden con condiciones de humedad antecedente alta o con fenómenos de variabilidad climática como La Niña.

A partir de esta clasificación, la Tabla 4-8 presenta los valores de cambio porcentual medio de precipitación proyectada para las cuencas Caribe y

Magdalena, considerando los escenarios SSP3-7.0 y SSP5-8.5, y los horizontes temporales 2061-2080 y 2081-2100.

Tabla 4-8. Cambio porcentual medio de precipitación proyectada por cuenca, escenario y horizonte temporal (2061-2080 y 2081-2100)

Escenario	Horizonte temporal	Caribe (%)	Clasificación Caribe	Magdalena (%)	Clasificación Magdalena
SSP3-7.0	2061-2080	1,32	Bajo	4,64	Bajo
SSP3-7.0	2081-2100	1,11	Bajo	6,63	Medio
SSP5-8.5	2061-2080	3,61	Bajo	7,64	Medio
SSP5-8.5	2081-2100	6,09	Medio	14,22	Medio

Fuente: elaboración propia a partir de (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024)

Los resultados presentados en la Tabla 4-8 muestran que, para los escenarios y periodos analizados, predominan cambios clasificados en las categorías baja y media. No se identifican valores superiores al 15 %, por lo cual ninguna de las combinaciones de escenario, horizonte temporal y cuenca alcanza la categoría alta. Sin embargo, se observan incrementos moderados relevantes, especialmente en la cuenca Magdalena bajo el escenario SSP5-8.5 hacia finales del siglo XXI.

En términos generales, la cuenca Magdalena presenta valores de cambio porcentual medio superiores a los observados en la cuenca Caribe. Esta condición se evidencia tanto en el escenario SSP3-7.0 como en el escenario SSP5-8.5, y adquiere mayor relevancia en el periodo 2081-2100. Lo anterior sugiere que la cuenca Magdalena concentra una señal climática más marcada de incremento de precipitación en comparación con la cuenca Caribe.

Los mapas presentados en las Figura 4-5 y Figura 4-6 permiten observar la distribución espacial de la señal proyectada de precipitación en las cuencas analizadas y su relación con las áreas susceptibles a inundación asociadas al fenómeno La Niña 2010-2011. Esta lectura cartográfica es relevante porque permite visualizar la coincidencia entre zonas con antecedentes de afectación por exceso hídrico y cuencas donde se proyectan incrementos de precipitación.

En el escenario SSP3-7.0 para el periodo 2061-2080, los cambios proyectados se mantienen en categoría baja para ambas cuencas. Como se presenta en la Tabla 4-8, la cuenca Caribe registra un cambio medio de 1,32 %, mientras que la cuenca Magdalena alcanza 4,64 %; bajo este escenario y horizonte temporal, la señal climática proyectada es baja en las dos unidades hidrográficas, aunque con un valor ligeramente mayor en la cuenca Magdalena.

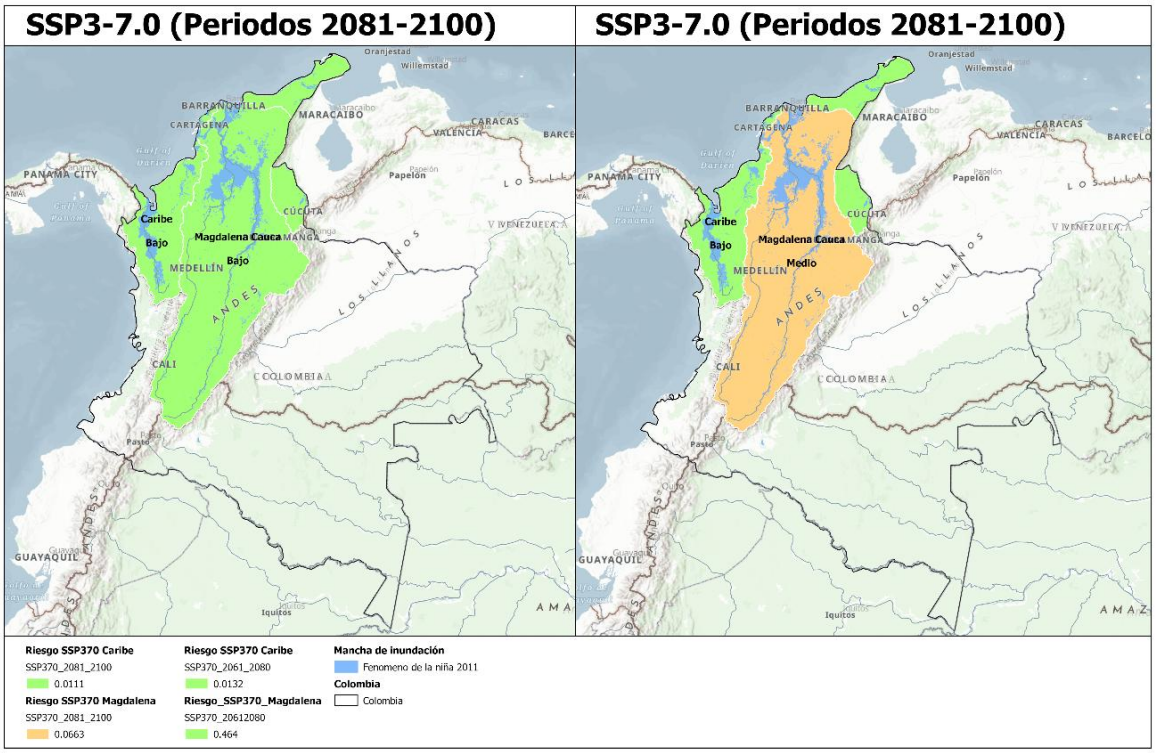


Figura 4-5. Variación de la precipitación proyectada en cuencas asociadas a áreas susceptibles a inundación. Escenario SSP3-7.0, periodos 2061-2080 y 2081-2100

Fuente: elaboración propia con base en los escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación Nacional de Colombia (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024) y la información de áreas inundadas asociadas al fenómeno La Niña 2010-2011.

Para el escenario SSP3-7.0 en el periodo 2081-2100, la cuenca Caribe mantiene una categoría baja, con un cambio medio de 1,11 %. En contraste, la cuenca Magdalena alcanza 6,63 %, pasando a categoría media; esta diferencia evidencia que la señal climática proyectada no es homogénea entre cuencas y que hacia finales del siglo XXI la cuenca Magdalena presenta una mayor tendencia al incremento de precipitación.

En el escenario SSP5-8.5 para el periodo 2061-2080, la cuenca Caribe registra un cambio medio de 3,61 %, clasificado como bajo, mientras que la cuenca Magdalena alcanza 7,64 %, correspondiente a categoría media. La Figura 4-6 permite observar que, bajo un escenario de altas emisiones, la cuenca Magdalena empieza a mostrar una señal moderada de incremento de precipitación desde mediados de la segunda mitad del siglo XXI. El escenario SSP5-8.5 para el periodo 2081-2100 presenta la señal más relevante dentro del conjunto de resultados analizados. La cuenca Caribe alcanza un cambio medio de 6,09 %, clasificado como medio, mientras que la cuenca Magdalena registra 14,22 %, valor cercano al umbral superior de la categoría media, lo que destaca la importancia de considerar este escenario en los análisis de riesgo climático asociados al exceso hídrico.

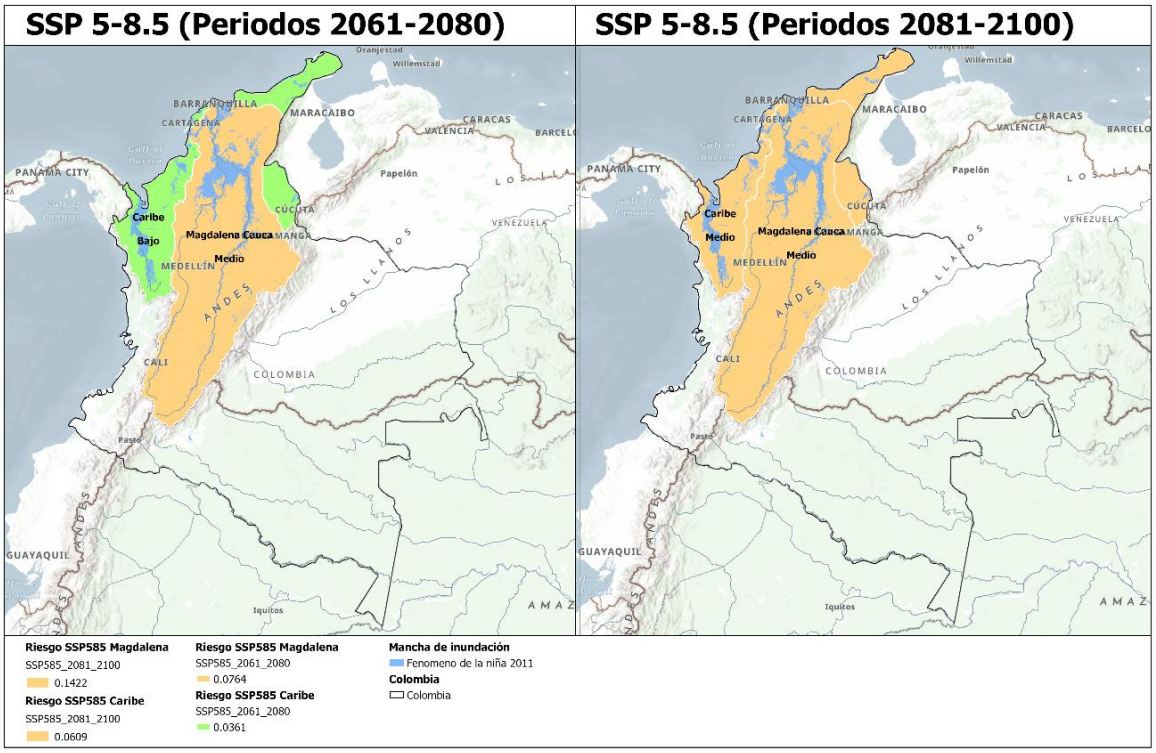


Figura 4-6. Variación de la precipitación proyectada en cuencas asociadas a áreas susceptibles a inundación. Escenario SSP5-8.5, periodos 2061-2080 y 2081-2100

Fuente: elaboración propia con base en los escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación Nacional de Colombia (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024b) y la información de áreas inundadas asociadas al fenómeno La Niña 2010-2011.

La comparación de la Tabla 4-8 y las Figura 4-5 y Figura 4-6 permite identificar tres resultados principales. Primero, la cuenca Magdalena presenta mayores valores de cambio porcentual medio de precipitación que la cuenca Caribe en todos los escenarios y periodos analizados. Segundo, el escenario SSP5-8.5 muestra las señales más relevantes hacia finales del siglo XXI, especialmente en la cuenca Magdalena. Tercero, aunque no se alcanzan valores clasificados como altos, la persistencia de cambios medios en cuencas con áreas susceptibles a inundación representa una condición que debe ser considerada en los análisis de riesgo climático y planificación territorial.

Desde la perspectiva de la adaptación al cambio climático, estos resultados no deben interpretarse como una predicción directa de inundaciones futuras. Sin embargo, sí constituyen una señal climática de presión sobre cuencas que ya presentan antecedentes de afectación por exceso hídrico. La ocurrencia de inundaciones depende también de otros factores, tales como la intensidad y duración de los eventos de lluvia, la humedad antecedente, la pendiente, la cobertura del suelo, la capacidad hidráulica de los cauces, la ocupación de zonas bajas y la existencia de infraestructura de drenaje o protección.

En particular, la cuenca Magdalena requiere especial atención bajo el escenario SSP5-8.5 hacia el periodo 2081-2100, donde se proyecta un incremento de 14,22 %. Este valor, al coincidir con áreas susceptibles a inundación, sugiere la necesidad de profundizar estudios hidrológicos e hidráulicos, evaluar la exposición de población e infraestructura, fortalecer sistemas de alerta temprana y priorizar medidas de adaptación basadas en la gestión integral de cuencas. Y también indicaría que, ante aumentos significativos de los volúmenes de precipitación que podrían darse en el futuro, podrían tenerse mayores impactos relacionados con inundaciones y más frecuentes para esta cuenca a lo largo del siglo XXI.

Asimismo, bajo el escenario SSP3-7.0, aunque la mayoría de los valores se clasifican como bajos, la cuenca Magdalena alcanza categoría media en el periodo 2081-2100. Este comportamiento evidencia que, incluso bajo escenarios de emisiones intermedias-altas, pueden presentarse señales moderadas de incremento de precipitación en cuencas con antecedentes de inundación.

Por su parte, la cuenca Caribe presenta cambios bajos en el escenario SSP3-7.0 y una transición hacia categoría media bajo el escenario SSP5-8.5 en el periodo 2081-2100. Aunque sus valores son menores que los de la cuenca Magdalena, la presencia de áreas susceptibles a inundación indica que la gestión del riesgo debe mantenerse como criterio de planificación, especialmente en zonas bajas, planicies aluviales, áreas urbanas expuestas y sectores con deficiencias en drenaje o saneamiento básico.

En síntesis, el análisis cartográfico evidencia que la relación entre cambio climático e inundación debe abordarse desde una lectura integrada de cuenca. La información presentada en la Tabla 4-8 y las Figura 4-5 y Figura 4-6 permite reconocer territorios donde la señal climática proyectada de precipitación coincide con antecedentes de afectación por inundación. Este resultado constituye un insumo para orientar la priorización de estudios detallados, fortalecer la planificación territorial resiliente e incorporar criterios de adaptación al cambio climático en la gestión del riesgo asociado al exceso hídrico.

Nota: los resultados presentados deben interpretarse como una aproximación espacial de carácter orientador para el análisis de adaptación y gestión del riesgo climático. Aunque permiten identificar cuencas donde la señal proyectada de precipitación coincide con áreas susceptibles a inundación, no constituyen una predicción directa de inundaciones futuras ni sustituyen estudios hidrológicos, hidráulicos o de amenaza detallados.

En este sentido, el análisis desarrollado aporta una lectura inicial y trazable de la relación entre precipitación proyectada y cuencas con antecedentes de inundación, pero debe ser utilizado como insumo para la priorización de territorios y no como resultado concluyente de amenaza o riesgo climático.

4.2.1.4. Tendencias históricas y escenarios proyectados para las zonas marino-oceánicas de Colombia

Nivel del mar

Con base en la información del Servicio de Vigilancia Medioambiental Marina de Copernicus (Copernicus Climate Change Service, 2018a; Embury et al., 2024b) y los registros de la Dirección General Marítima de Colombia (DIMAR), el nivel medio del mar en las zonas marino-oceánicas colombianas durante el período 1993-2014 se situó entre 0,05 y 0,40 metros, con los valores más bajos en las costas del Caribe (0,05 a 0,09 metros) y los más altos en las costas del Pacífico (0,30 a 0,40 metros). En las áreas insulares, los valores más altos corresponden a la isla de Malpelo y los cayos de Serrana y Serranilla (0,20 a 0,30 metros), mientras que el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina registra valores entre 0,05 y 0,09 metros y Providencia entre 0,10 y 0,20 metros (Figura 4-7).

A escala global, la tasa de aumento del nivel del mar se ha acelerado de manera sistemática: de 1,4 mm/año en el período 1901-1990 pasó a 2,1 mm/año en 1970-2015, a 3,2 mm/año en 1993-2015 y a 3,6 mm/año en 2006-2015 (IPCC, 2019). En Colombia, esta tendencia se confirma para el período 1993-2025. En la zona Caribe el nivel del mar ha aumentado entre 3 y 5 mm/año, con los valores más altos en las costas de los departamentos de Bolívar, Sucre, Córdoba y Antioquia; en la zona Pacífico la tasa es menor, entre 2 y 3 mm/año, con Buenaventura como el punto de mayor incremento (Figura 4-8). En términos acumulados, el Caribe colombiano registra un aumento de entre 10 y 15 centímetros en los últimos 32 años, siendo Cartagena y Santa Marta las ciudades con mayor tendencia de aumento (Figura 4-9), mientras que en el Pacífico el incremento acumulado oscila entre 5 y 10 centímetros para el mismo período (Figura 4-10). La variabilidad interanual del nivel del mar en la zona Pacífico muestra una relación clara con el ENOS, con valores más altos durante eventos El Niño (1997, 2015) y valores más bajos durante eventos La Niña (2010-2011).

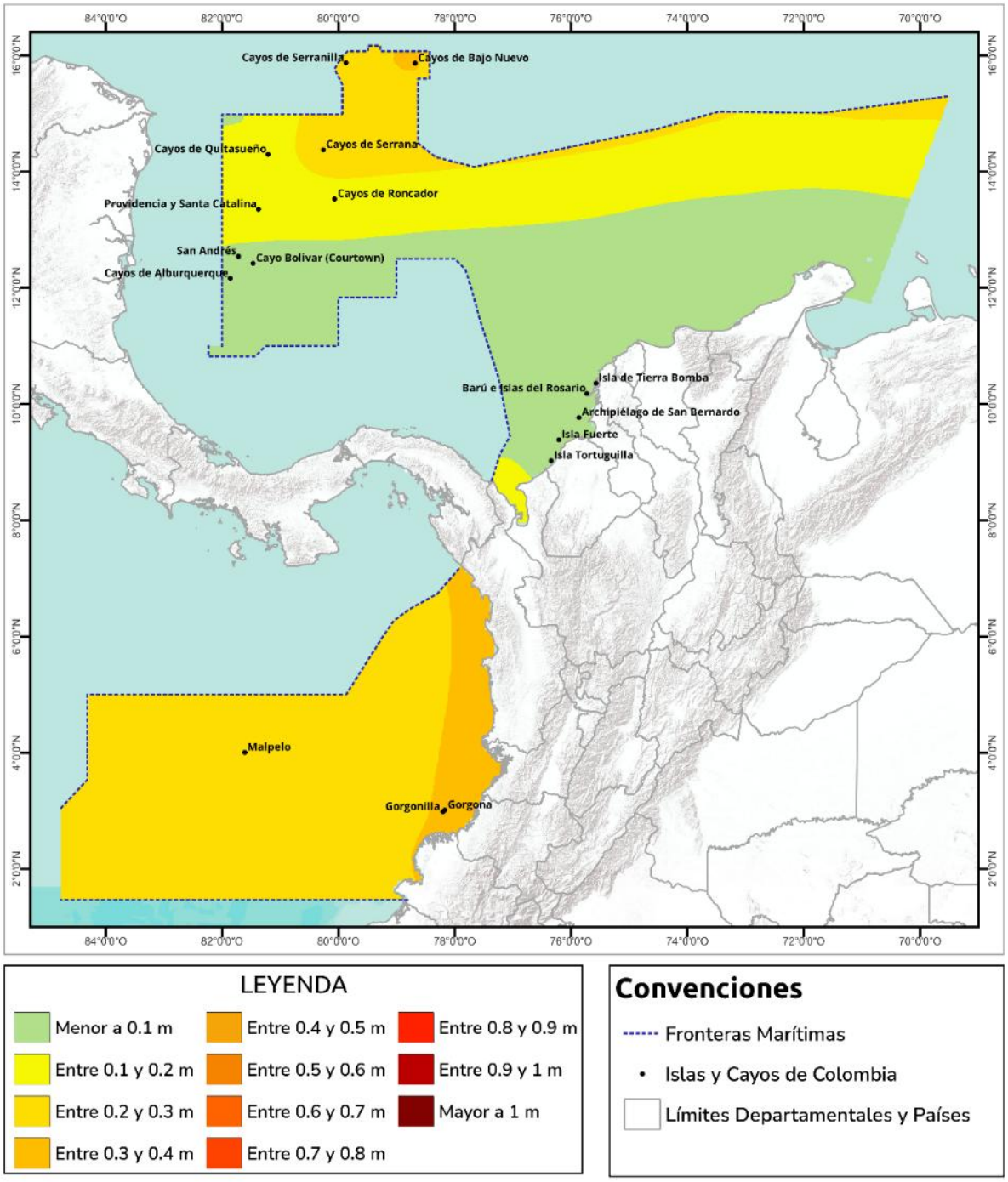


Figura 4-7. Nivel del mar promedio del periodo 1993-2014 para las zonas marino-oceánicas de Colombia

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de (Copernicus Climate Change Service, 2018a).

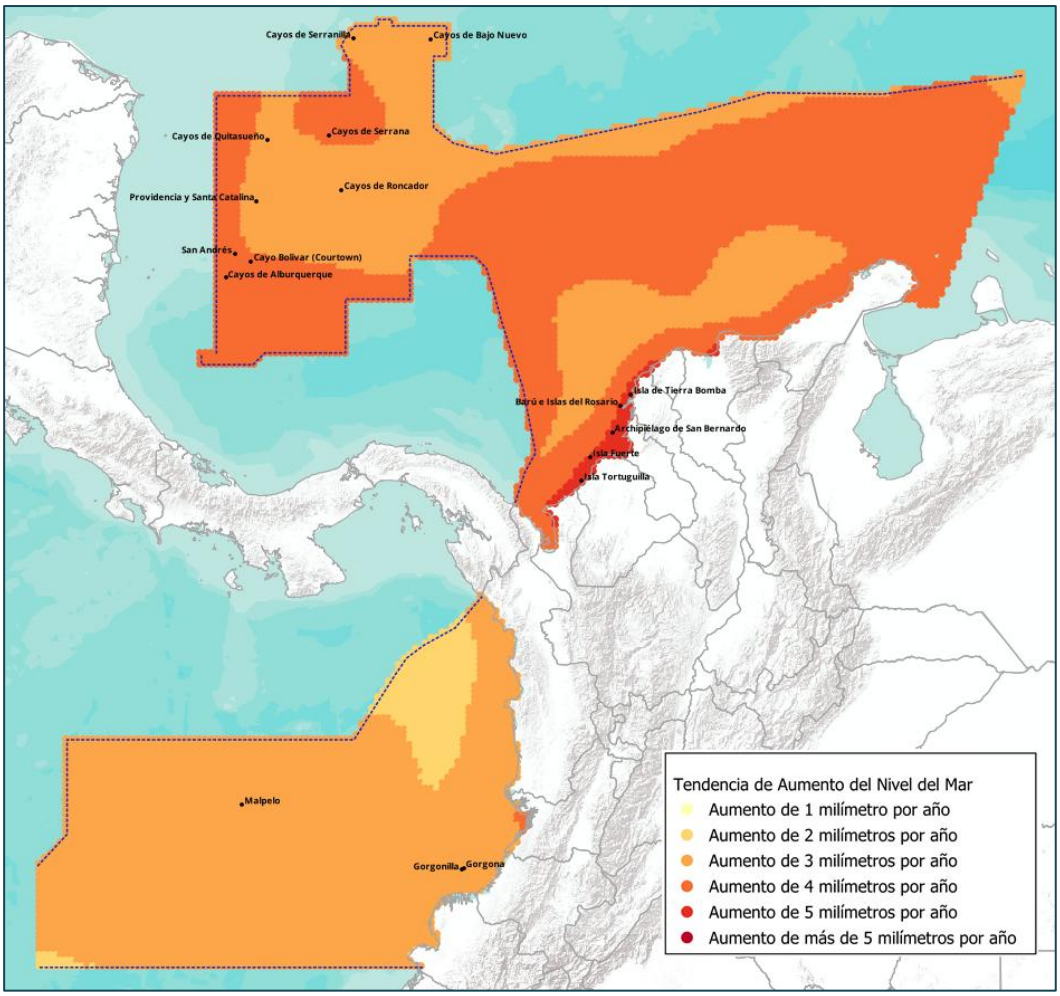


Figura 4-8. Tendencia anual del nivel del mar en el periodo 1993-2025 para las zonas marino-oceánicas de Colombia

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de (Copernicus Climate Change Service, 2018a).

Los escenarios de cambio climático para el nivel del mar muestran que, bajo los 4 SSP, a lo largo del siglo XXI se tendrían niveles más altos que los del periodo 1993-2014, siendo estos entre 0,10 y 0,50 metros para 2021-2040; entre 0,20 y 0,60 metros para 2041-2060; entre 0,30 y 0,80 para 2061-2080 y entre 0,40 y 0,90 metros para finales del siglo XXI, teniendo zonas con un nivel del mar de más de 1 metro bajo los escenarios de altas emisiones (SSP3-7.0 y SSP5-8,5). Las zonas donde aumentaría significativamente el nivel del mar serían: la costa Pacífica, el área de los cayos de Serrana, Serranilla y Bajo Nuevo y las áreas de las islas de Providencia, Gorgona y Gorgonilla (Figura 4-11). Sin embargo, diferentes estudios muestran que para el caso del océano Pacífico los modelos climáticos globales tiene una mayor dificultad en reproducir las tendencias de algunas variables marino-oceánicas, en comparación a los demás océanos del planeta. Esto ocasiona que, para Colombia, estos escenarios tengan una mayor incertidumbre para la zona Pacífico en comparación con los de la zona Caribe.

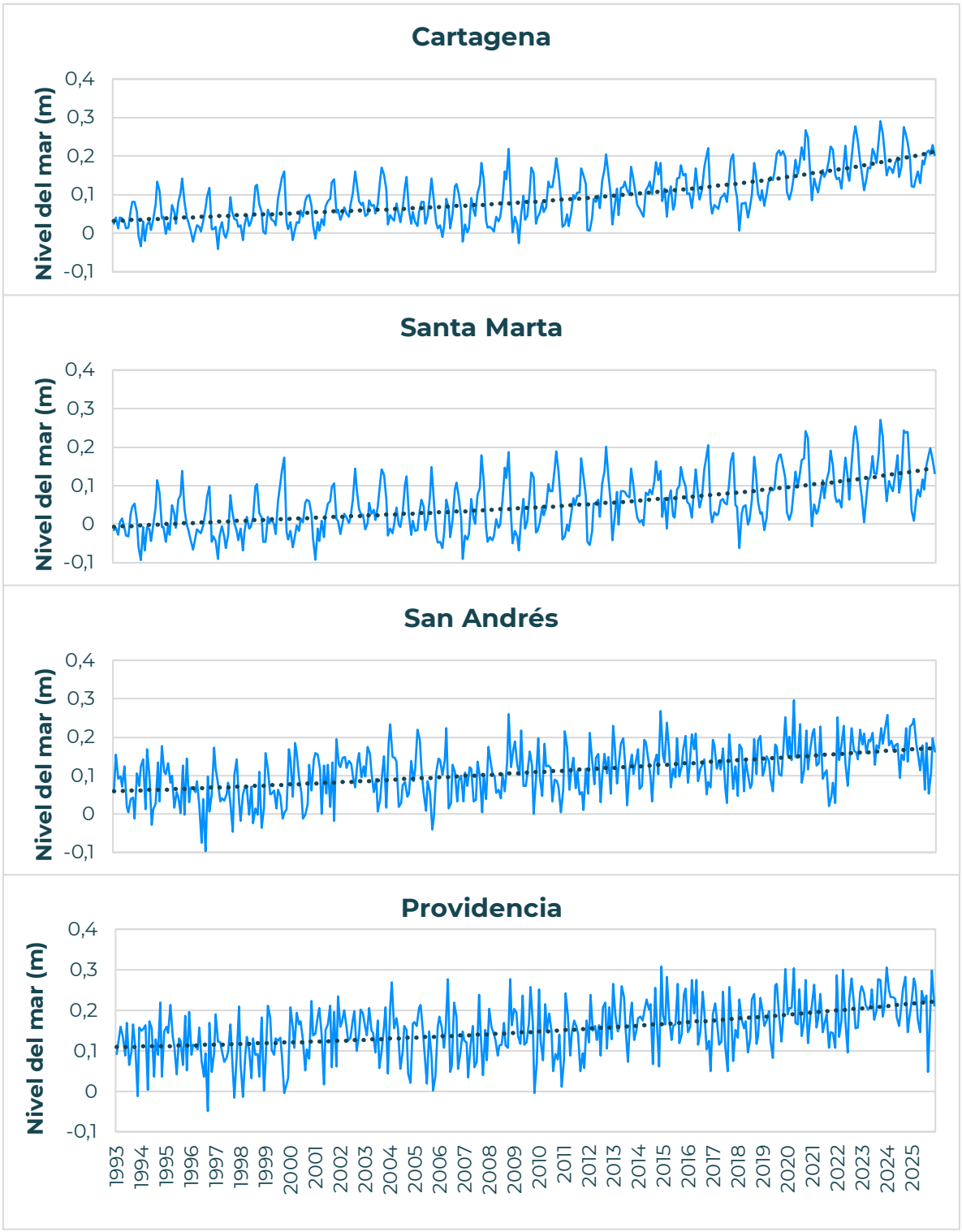


Figura 4-9. Nivel mensual medio del mar en el periodo 1993-2025 y su tendencia en la zona Caribe, para las ciudades de Cartagena y Santa Marta y para las islas de San Andrés y Providencia

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de (Copernicus Climate Change Service, 2018a).

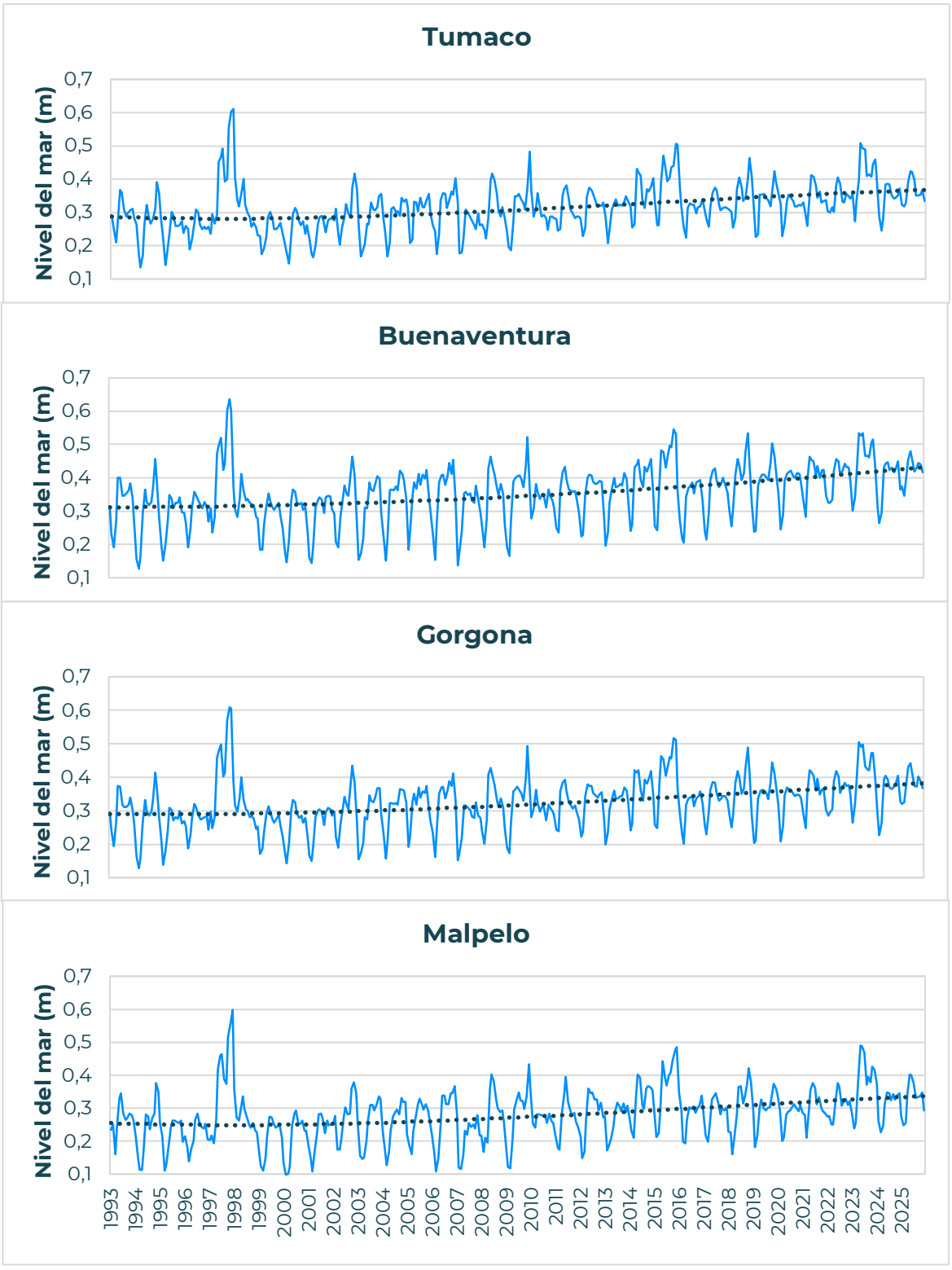


Figura 4-10. Nivel mensual medio del mar en el periodo 1993-2025 y su tendencia en la zona Pacífico, para las ciudades de Buenaventura y Tumaco y para las islas de Gorgona y Malpelo

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de (Copernicus Climate Change Service, 2018a).

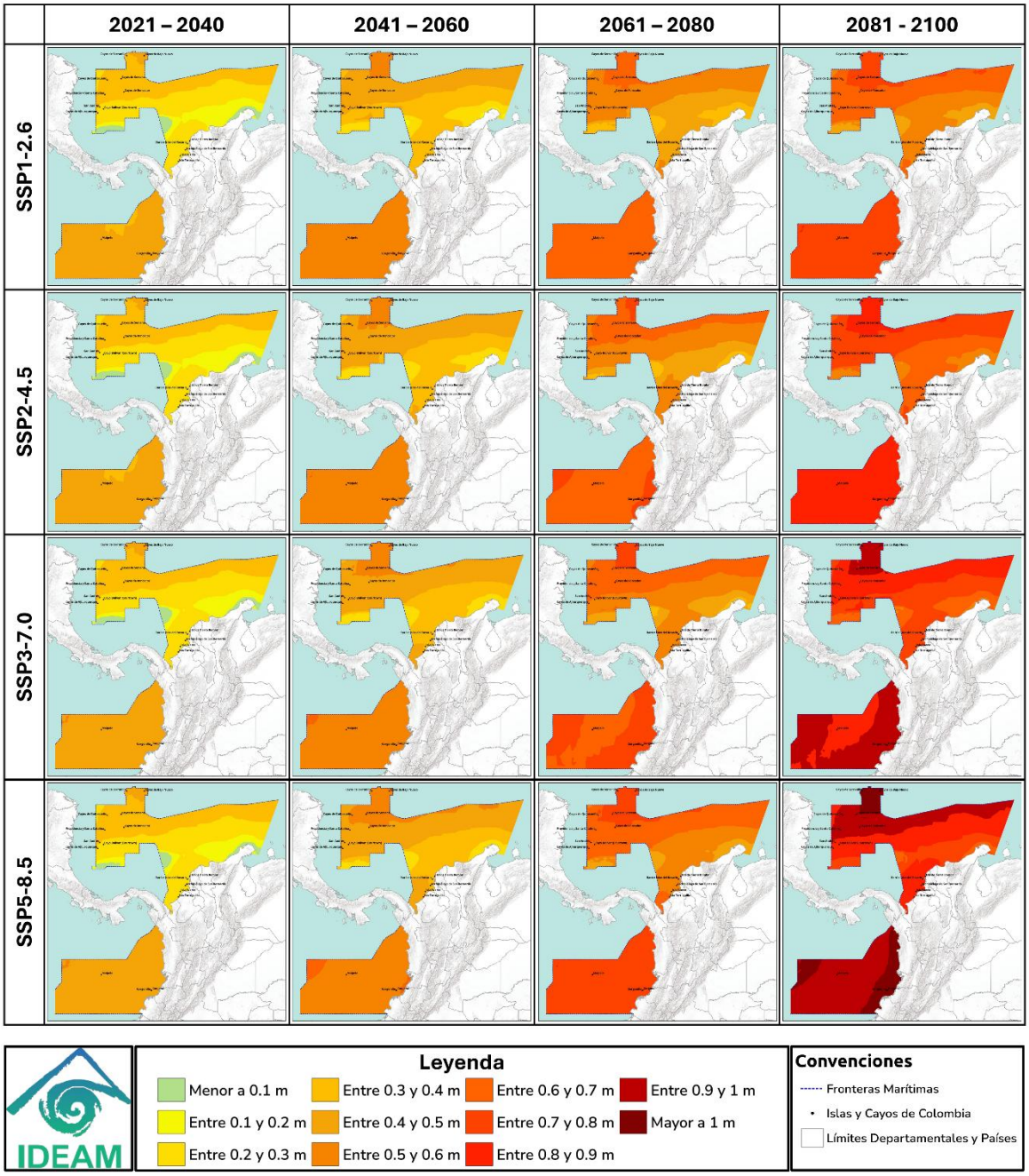


Figura 4-11. Nivel del mar futuro proyectado bajo los escenarios de cambio climático para el siglo XXI en las zonas marino-oceánicas de Colombia.

Fuente: (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024)

Temperatura superficial del mar

La temperatura superficial marina (TSM) ha registrado un aumento sostenido a escala global de 0,4 °C para el período 1993-2021 (Embury et al., 2024). En Colombia, las tendencias de calentamiento son más pronunciadas en la zona Caribe, con tasas de 0,01 °C a 0,04 °C por año y los incrementos más altos en el

área oceánica al norte de La Guajira. En la zona Pacífico las tasas son comparativamente menores, entre 0,005 °C y 0,01 °C por año (Figura 4-12).

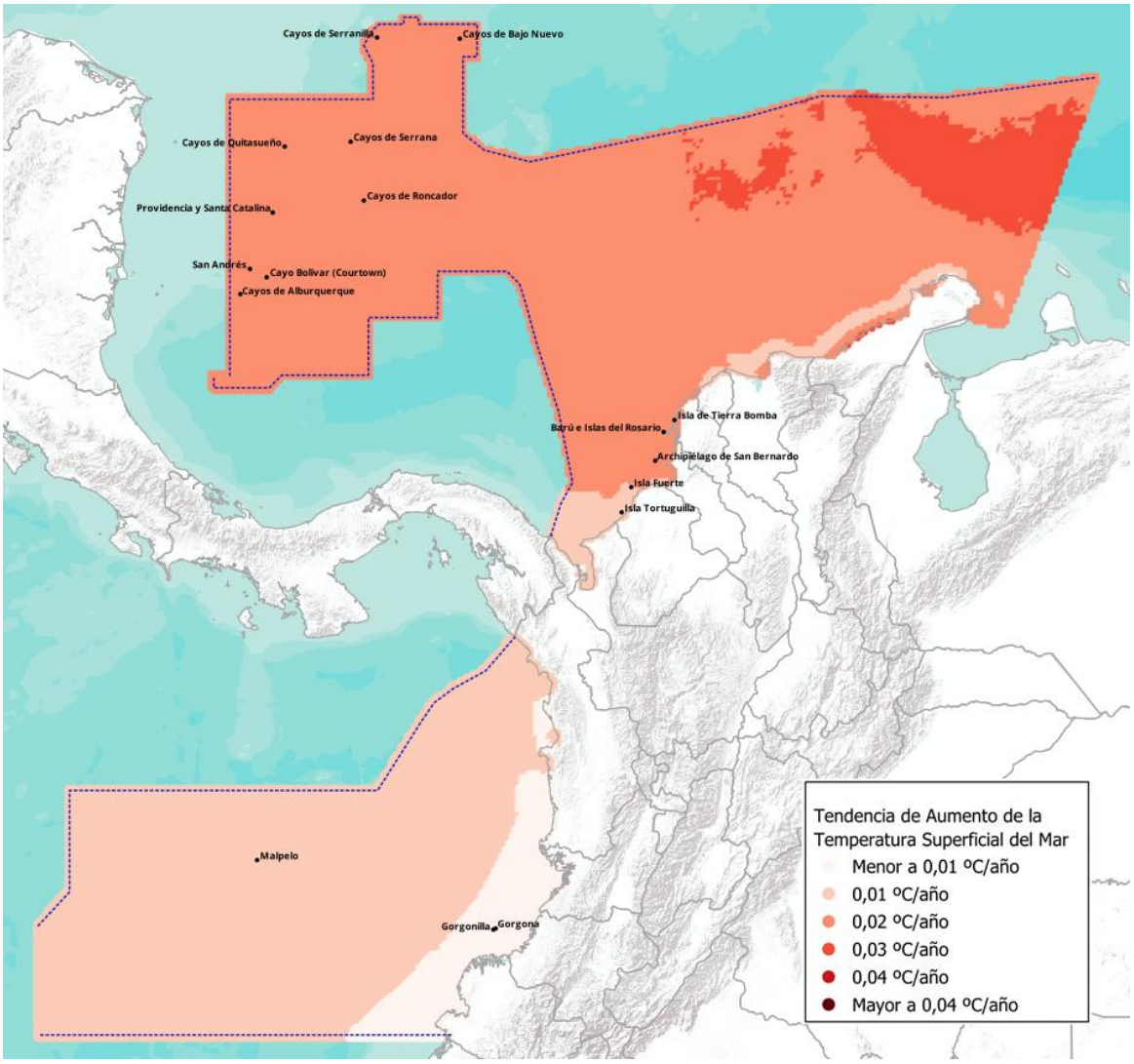


Figura 4-12. Tendencia anual de la temperatura superficial del mar en el periodo 1993-2025 para las zonas marino-oceánicas de Colombia

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de (Embury et al., 2024b)

Las proyecciones bajo los cuatro escenarios SSP indican que la TSM continuaría aumentando respecto al período de referencia 1981-2010 a lo largo del siglo XXI: entre 0,3 °C y 2 °C para 2021-2040; entre 0,4 °C y 4 °C para 2041-2060; entre 0,4 °C y 5 °C para 2061-2080; y entre 0,4 °C y 6 °C para 2081-2100. Los incrementos más altos, superiores a 4 °C, se proyectan bajo los escenarios SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5 en la parte central y suroccidental de la zona Pacífico (Figura 4-13).

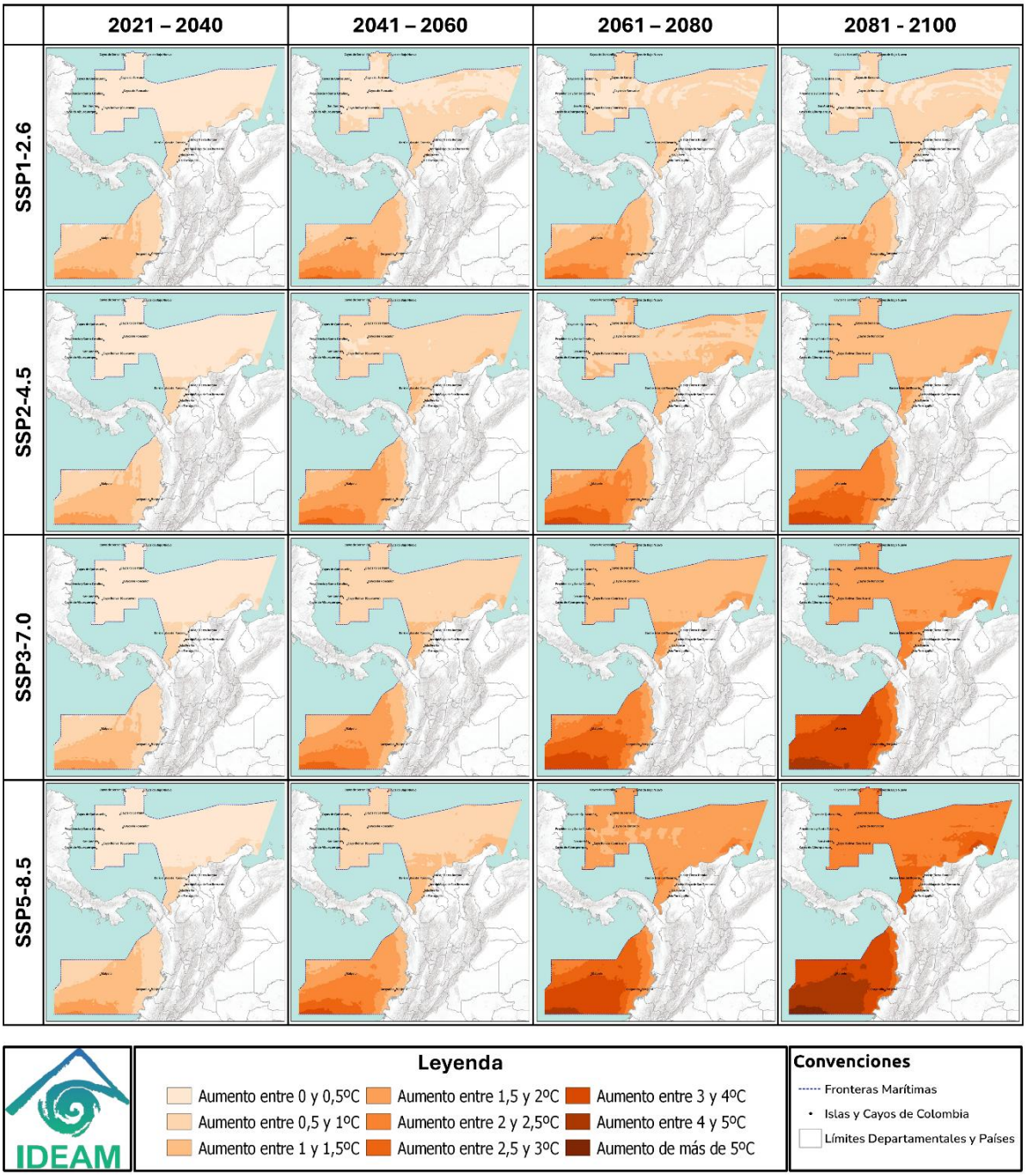


Figura 4-13. Cambio futuro proyectado de la temperatura superficial del mar bajo los escenarios de cambio climático para el siglo XXI en las zonas marino-oceánicas de Colombia

Fuente: (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024)

4.2.1.5. Distribución actual y proyectada de especies de fauna y flora bajo escenarios de cambio climático

Colombia alberga una de las mayores concentraciones de biodiversidad del planeta, resultado de la convergencia de múltiples regiones biogeográficas, una compleja topografía y una elevada heterogeneidad climática. Sin embargo, esta riqueza biológica enfrenta crecientes presiones derivadas de los cambios en el uso del suelo, la expansión de la infraestructura, la fragmentación de hábitats, la sobreexplotación de especies y los efectos del cambio climático (Arce-Plata et al., 2026; Ceia-Hasse et al., 2024; Veneros et al., 2025). En este contexto, la evaluación de la distribución actual y futura de la biodiversidad mediante escenarios prospectivos constituye una herramienta fundamental para anticipar riesgos, identificar áreas prioritarias de conservación y orientar la planificación territorial de largo plazo.

La modelación basada en escenarios permite explorar cómo diferentes trayectorias de desarrollo socioeconómico y emisiones de gases de efecto invernadero podrían modificar las condiciones ambientales que sustentan la biodiversidad (Noguera-Urbano et al., 2020). Para ello, se emplean las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (Shared Socioeconomic Pathways, SSP), combinadas con diferentes niveles de forzamiento radiativo representados por las Trayectorias de Concentración Representativas (Representative Concentration Pathways, RCP). Estos escenarios describen futuros alternativos caracterizados por distintos patrones de crecimiento demográfico, desarrollo económico, cambios tecnológicos, uso del suelo y políticas climáticas (Schipper et al., 2020).

Entre las herramientas más utilizadas para evaluar las consecuencias de estos escenarios sobre la biodiversidad se encuentra el modelo GLOBIO (Schipper et al., 2020), desarrollado para estimar la integridad de los ecosistemas terrestres mediante el indicador de Abundancia Media de Especies (MSA = 1: ecosistema completamente intacto; MSA = 0: todas las especies originales han desaparecido localmente; MSA entre 0 y 1: existe una pérdida parcial de biodiversidad). Este indicador expresa la abundancia promedio de las especies nativas respecto a condiciones naturales de referencia y permite cuantificar el efecto acumulado de múltiples presiones antropogénicas, incluyendo cambios en el uso del suelo, fragmentación de hábitats, infraestructura vial, cacería, deposición de nitrógeno y cambio climático (Schipper et al.., 2020) Por ejemplo, un valor de MSA=0,61 significa que, en promedio, las especies nativas conservan el 61 % de su abundancia original respecto a un ecosistema no perturbado. O que se ha perdido aproximadamente el 39 % de la integridad biológica.

El modelo integra relaciones empíricas derivadas de extensas bases de datos ecológicas globales para estimar abundancias de especies y genera proyecciones espacialmente explícitas de la condición de la biodiversidad bajo diferentes

escenarios futuros. Las versiones más recientes de GLOBIO incorporan una resolución espacial cercana a 300 metros y mejoras metodológicas para representar con mayor precisión la distribución de los usos del suelo, los efectos de la cacería en regiones tropicales y los impactos asociados al cambio climático, la fragmentación y la contaminación atmosférica. Estas mejoras resultan especialmente relevantes para países megadiversos como Colombia, donde los patrones de biodiversidad responden a fuertes gradientes ambientales y a una marcada heterogeneidad espacial.

Con base en los datos del modelo GLOBIO y sus escenarios (Schipper et al., 2020) la integridad de la biodiversidad terrestre en Colombia continuaría disminuyendo hacia 2050 bajo todas las trayectorias evaluadas. Por ejemplo, para las plantas terrestres con línea base en el 2015, se tenía un MSA promedio de 47%, y las magnitudes del indicador varían según el contexto socioeconómico y climático para el 2050 (Figura 4-14). Los escenarios orientados hacia la sostenibilidad y acciones efectivas de mitigación climática presentan valores similares a la línea base (SSP1-RCP2.6. MSA promedio: 47%). En contraste, los escenarios asociados a una fuerte dependencia de combustibles fósiles (SSP-RCP6. MSA promedio 43%) o a procesos de fragmentación geopolítica y débil gobernanza ambiental generan reducciones significativamente mayores en la integridad ecológica (SSP5-RCP8.5. MSA promedio 44%). Es decir, a mediados del siglo XXI en el peor escenario (SSP5-RCP8.5), habremos perdido, en promedio, el 56% de la integridad biológica del país.

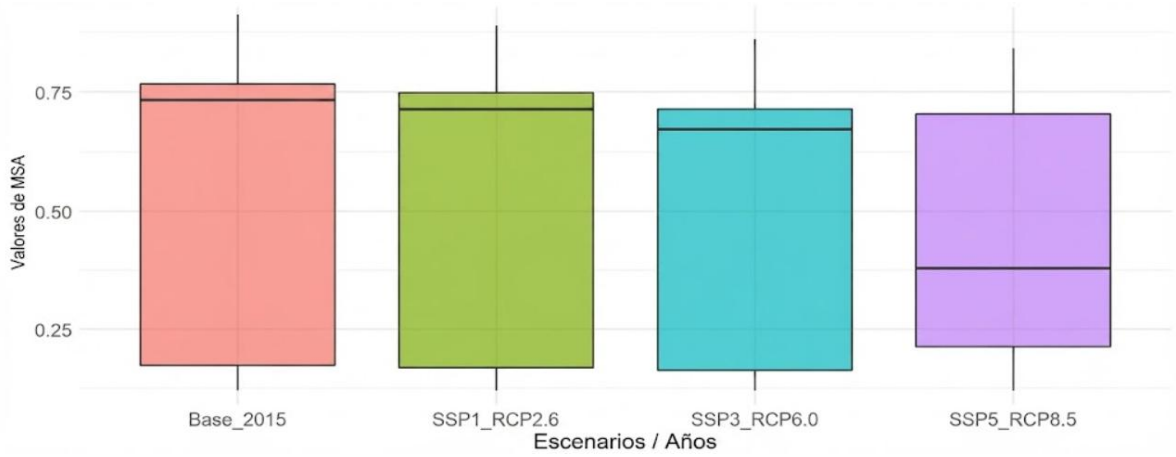


Figura 4-14. Distribución de valores de Abundancia Media de Especies (MSA) de plantas terrestres en Colombia bajo escenarios SSP-RCP para el horizonte 2050

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a animales vertebrados (aves y mamíferos), según los escenarios de GLOBIO (Schipper et al., 2020), desde el 2025 hasta el 2050 las tendencias son hacia la reducción del MSA en cualquiera de los escenarios SSP-RCP. La línea base presenta un MSA promedio del 50%, con reducciones en los tres escenarios (Figura 4-15). MSA promedio SSP1-RCP2.6: 43%, SSP3-RCP6.0: 42%, SSP5-RCP8.5:

39%), incluso las pérdidas de MSA promedio para los dos grupos de vertebrados son mayores que para las plantas.

En Colombia, estas tendencias globales adquieren una relevancia particular debido a la alta sensibilidad de numerosos ecosistemas al cambio climático. Los modelos de distribución de especies desarrollados para diferentes grupos taxonómicos sugieren desplazamientos altitudinales y latitudinales de las áreas climáticamente adecuadas, especialmente en ecosistemas de montaña como los bosques andinos, altoandinos y los páramos. Se prevé que numerosas especies de distribución restringida experimenten reducciones en la extensión y conectividad de sus hábitats potenciales, mientras que otras podrían desplazar sus rangos de distribución hacia elevaciones mayores en respuesta al aumento de la temperatura (Noguera-Urbano & Suarez-Castro, 2022).

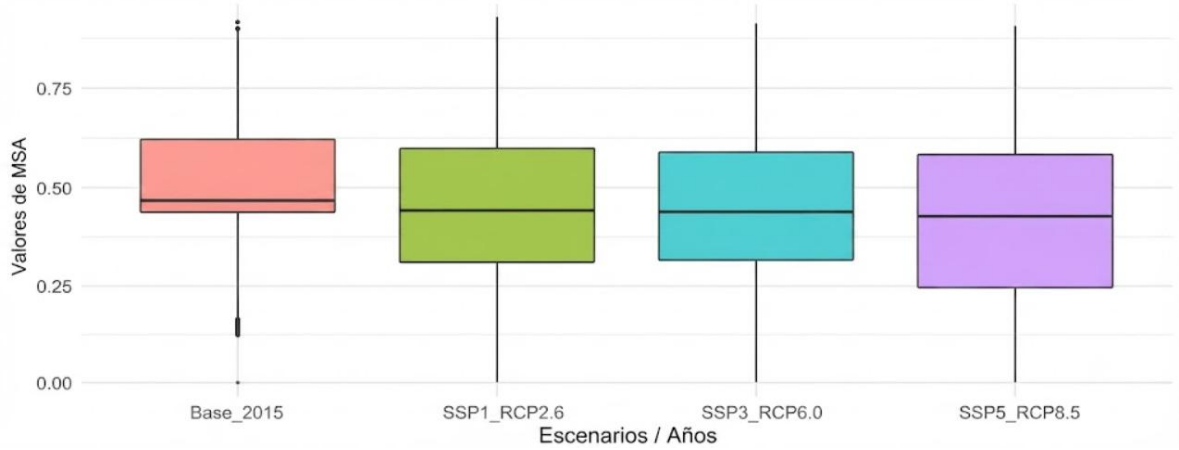


Figura 4-15. Distribución de valores de abundancia media de vertebrados (aves y mamíferos) (MSA) para Colombia para el horizonte 2050

Fuente: Elaboración propia

Las regiones Amazónica, Andina y Orinoquía concentran algunas de las áreas con mayores transformaciones proyectadas bajo escenarios de altas emisiones (Muñoz et al., 2023; Noguera-Urbano & Suarez-Castro, 2022). En la Amazonia colombiana, la interacción entre el cambio climático, la expansión de la deforestación y el cambio del uso del suelo podría acelerar procesos de pérdida y fragmentación de hábitats (Flores et al., 2024; Noguera-Urbano et al., 2023a). En la región Andina, donde se concentra gran parte de la biodiversidad endémica del país y la mayor presión antrópica, los cambios en temperatura y precipitación podrían modificar significativamente la distribución de numerosas especies de flora y fauna, particularmente aquellas asociadas a gradientes altitudinales estrechos como son las especies endémicas de diferentes grupos biológicos (Noguera-Urbano E.A. & Cruz-Rodríguez, 2021). Los ecosistemas de páramo representan uno de los sistemas más vulnerables, debido a las limitadas posibilidades de migración hacia cotas superiores (Veneros et al., 2025).

Por el contrario, escenarios consistentes con SSP1, asociados a estrategias de desarrollo sostenible, restauración ecológica, incremento de la productividad agropecuaria sin expansión de la frontera agrícola y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, podrían disminuir considerablemente las pérdidas proyectadas de biodiversidad (Figura 4-14 y Figura 4-15). En estos contextos, la conservación de áreas protegidas, el fortalecimiento de corredores ecológicos y la restauración de paisajes degradados desempeñan un papel fundamental para mantener la conectividad ecológica y facilitar la adaptación de las especies frente a las nuevas condiciones climáticas (Murillo-Sandoval et al., 2022).

Es importante destacar que indicadores integradores como el MSA proporcionan una visión general del estado de la biodiversidad, pero no capturan completamente aspectos como la riqueza de especies, el endemismo o los cambios en la composición de las comunidades biológicas. Por esta razón, las proyecciones nacionales de distribución de especies de fauna y flora deben complementarse con modelos específicos por taxón, análisis de conectividad ecológica y evaluaciones regionales que incorporen las particularidades ecológicas y socioambientales de Colombia. La integración de estos enfoques permite generar una base científica más robusta para apoyar las estrategias de adaptación al cambio climático, conservación de la biodiversidad y cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales en materia ambiental, como se mencionó en secciones anteriores de este mismo documento.

4.2.2. Vulnerabilidad y riesgo actual y futuro ante el cambio climático

4.2.2.1. Peligros hidrometeorológicos: registro histórico de desastres y riesgo municipal

El registro de desastres ocurridos en Colombia entre 1998 y 2024 confirma que los eventos de origen hidrometeorológico constituyen la amenaza dominante en el territorio nacional. Según la información consolidada por el DNP con base en los registros de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), el 45% de los eventos registrados en ese período está asociado al exceso de lluvias, siendo las inundaciones el fenómeno más frecuente (25%), seguidas de los movimientos en masa (16%) y las avenidas torrenciales (3%). El 42% restante corresponde a eventos asociados al déficit de lluvias, principalmente incendios forestales (41%) y sequías (1%), con un porcentaje menor atribuible a otros fenómenos como vendavales (Figura 4-16). Esta distribución evidencia la doble exposición del país a amenazas por exceso y por déficit hídrico, patrón que es coherente con la heterogeneidad climática territorial descrita en las secciones anteriores y que fundamenta la necesidad de estrategias de adaptación diferenciadas por tipo de amenaza.

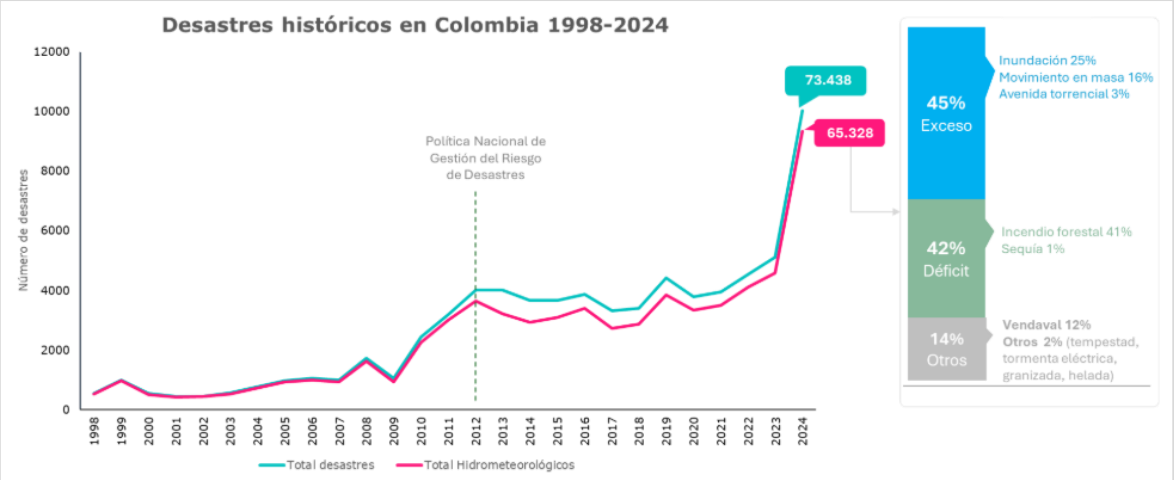


Figura 4-16. Número de desastres en Colombia

Fuente: DNP (2025) con base en UNGRD 1998-2024

Para orientar la priorización de intervenciones preventivas, el DNP desarrolló el Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades (Departamento Nacional de Planeación, 2023a) [60], herramienta que mide y compara el nivel de riesgo de los municipios ante inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, incendios forestales y sequías, incorporando además las capacidades financieras, de gestión del riesgo y socioeconómicas de cada municipio para afrontar dichas condiciones. El índice se construye con información histórica y bases censales de escala semidetallada (1:100.000 y 1:500.000), a partir de datos del IDEAM, el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el DANE y la UNGRD, con actualización a 2023. El cálculo integra dos componentes independientes: el de riesgo de desastres, resultado de la exposición a la amenaza multiplicada por la vulnerabilidad para cada evento, y el de capacidades, calculado como el promedio simple de las dimensiones financiera, socioeconómica y de gestión del riesgo. Ambos componentes se combinan en un valor final de cero a cien, de modo que los municipios con mayor riesgo y menor capacidad de gestión obtienen los puntajes más altos; para efectos de comparabilidad entre territorios de condiciones socioeconómicas distintas, el componente de capacidades clasifica a los municipios en cuatro grupos, de menor a mayor capacidad, más un grupo adicional que agrupa a las trece principales ciudades del país. Sus resultados expresan la distancia entre el municipio con mayor riesgo y menor capacidad y los demás municipios del país, en una escala de 0 a 100.

60 Su utilidad principal es apoyar la priorización territorial y la gestión pública preventiva. No reemplaza el análisis de vulnerabilidad, riesgo y adaptación del Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación, sino que aporta una lectura adicional sobre capacidades territoriales y gestión del riesgo de desastres

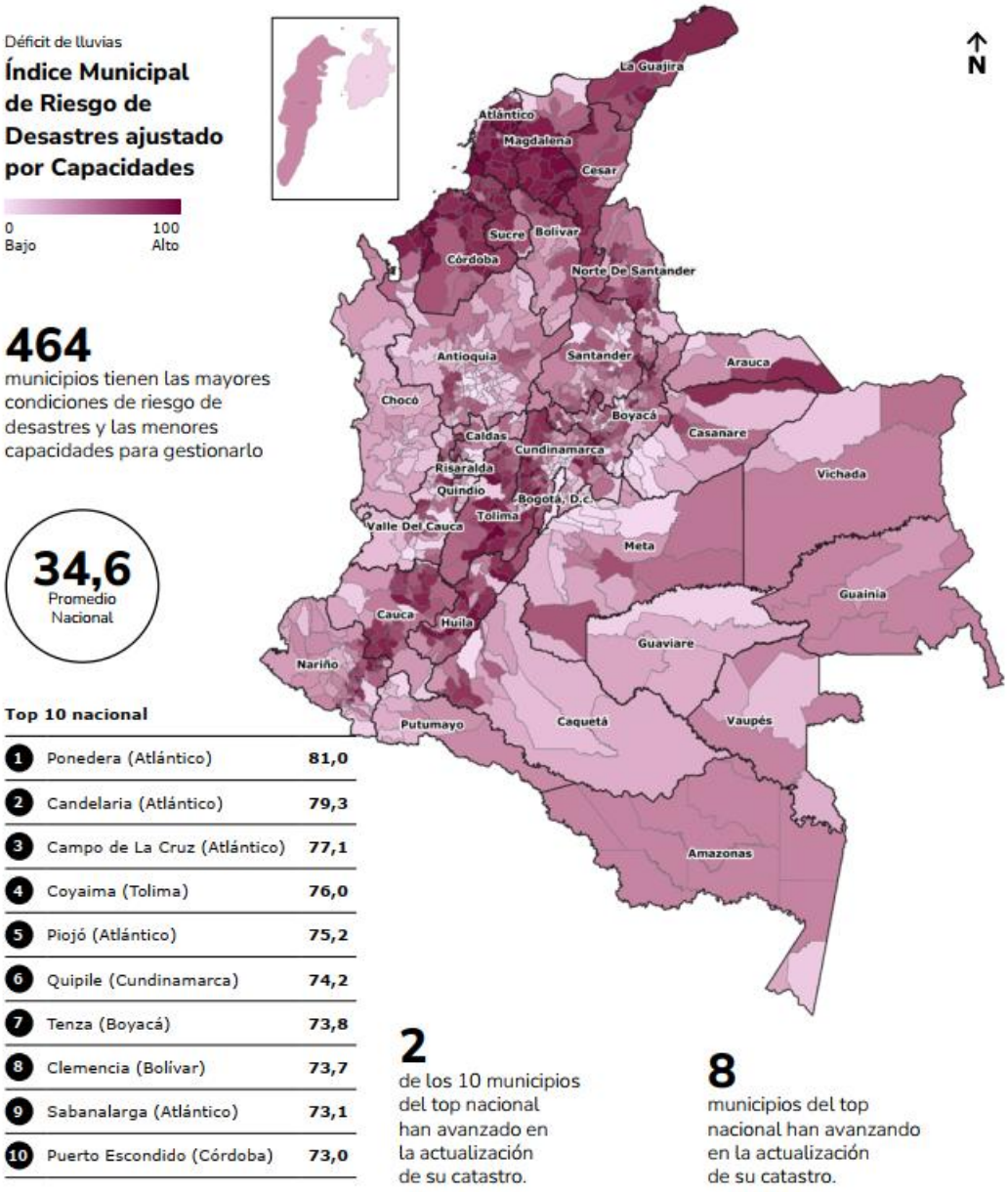


Figura 4-17. Déficit de lluvias en Colombia por municipios

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2023a)

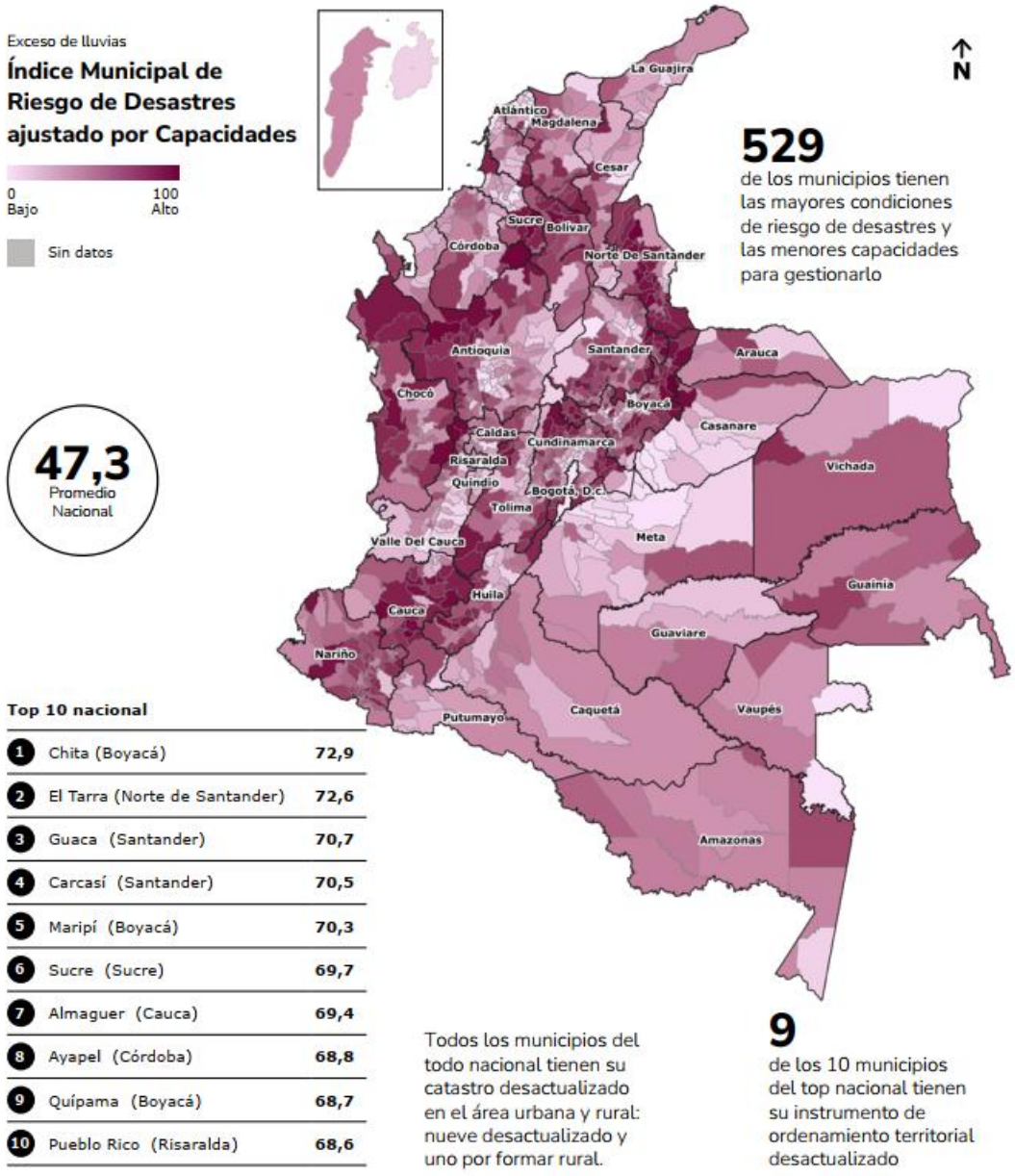


Figura 4-18. Exceso de lluvias en Colombia por municipios

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación, 2023a)

4.2.2.2. Análisis de contexto socioeconómico territorial para la adaptación al cambio climático en departamentos con mayor amenaza climática proyectada

Para este reporte se analizaron once indicadores distribuidos en tres dimensiones: factores territoriales y económicos (población rural, participación del PIB agropecuario y PIB per cápita), pobreza y desigualdad (pobreza monetaria, pobreza extrema, pobreza multidimensional y coeficiente de Gini), y

acceso a servicios públicos y conectividad digital (cobertura de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado e internet). Los datos corresponden al promedio del período 2020-2024, con base en la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV), las Cuentas Departamentales y el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) del DANE. Se reconoce como limitación metodológica que el período incluye el año 2020, marcado por los efectos de la pandemia por COVID-19, lo cual puede haber incidido en los indicadores de pobreza monetaria. Para algunos departamentos con poblaciones pequeñas o insuficiente representatividad muestral, el DANE no publica cifras desagregadas de pobreza monetaria, pobreza extrema y coeficiente de Gini; en esos casos el análisis se apoya en el IPM, que sí tiene cobertura nacional completa. Los departamentos sin dato disponible en estas variables son: Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; Putumayo; Casanare; Vichada y Amazonas.

Los departamentos fueron agrupados según el tipo de amenaza climática proyectada bajo el escenario SSP5-8.5 de los Escenarios de Cambio Climático de la Cuarta Comunicación Nacional (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024), reducción de lluvias, aumento de lluvias y aumento de temperatura. Este análisis no constituye un estudio de vulnerabilidad y riesgo climático en sentido técnico, ni sustituye los resultados que generará el SIIVRA; su alcance se limita a la caracterización y comparación de condiciones socioeconómicas territoriales como insumo de contexto para la priorización de medidas de adaptación.

4.2.2.2.1. Departamentos afectados por la reducción de lluvias

Los departamentos que presentan las mayores disminuciones proyectadas del volumen anual de precipitación son La Guajira, el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Atlántico y Magdalena. Esta señal climática puede incrementar la presión sobre la disponibilidad hídrica, los sistemas de abastecimiento, la producción agropecuaria y la salud, especialmente donde coincida con alta exposición, dependencia de fuentes sensibles al clima, limitaciones de infraestructura y baja capacidad institucional. No obstante, la magnitud del cambio proyectado en la precipitación no determina por sí sola el nivel de vulnerabilidad o riesgo de cada departamento.

4.2.2.2.1.1. Factores territoriales y económicos

Tabla 4-9. Indicadores económicos y territoriales para los departamentos afectados por la reducción de lluvias

Indicador	La Guajira	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Atlántico	Magdalena
Población rural (%)	51	27	5	31
PIB agropecuario (%)	4,8	1,6	1,2	19,3
PIB Per cápita ($)	16.471.801	31.851.796	22.274.510	13.011.190

Fuente. Elaboración propia con base en proyecciones de población y cuentas nacionales departamentales DANE (2026b)

Ruralidad: La Guajira presenta la mayor proporción de población rural del grupo (51 %), lo que implica que más de la mitad de su población habita en zonas con menor acceso a infraestructura, servicios y sistemas formales de gestión del agua. Magdalena (31 %) y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (27 %) presentan niveles intermedios de ruralidad, mientras que Atlántico es el departamento más urbanizado del grupo, con apenas el 5 % de población rural. Esta condición podría traducirse en menores niveles de exposición de la población a afectaciones directas sobre actividades rurales y agropecuarias asociadas a la reducción hídrica.

De mantenerse las tendencias actuales de dispersión territorial y déficit de infraestructura rural, los departamentos con mayores niveles de ruralidad podrían enfrentar mayores dificultades para implementar medidas de adaptación, garantizar acceso a servicios básicos y fortalecer la gestión del riesgo climático en escenarios futuros de estrés hídrico.

Sensibilidad agropecuaria: Magdalena presenta el mayor porcentaje de PIB agropecuario (19,3 %), lo que indica una elevada sensibilidad económica frente a escenarios de sequía y reducción de disponibilidad hídrica. Mientras que La Guajira (4,8 %), Atlántico (1,2 %) y San Andrés (1,6 %) tienen economías con menor dependencia del sector primario y por lo tanto menor sensibilidad sectorial al clima.

Capacidad económica: El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina registra el PIB per cápita más alto del grupo ($31,85 millones), seguido de Atlántico ($22,27 millones), mientras que Magdalena presenta el valor más bajo ($13 millones). Estas diferencias reflejan estructuras económicas distintas. El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina basa gran parte de su economía en los servicios y el turismo, Atlántico se caracteriza por una economía más diversificada y con baja participación del sector agropecuario (1,2 % del PIB), y Magdalena presenta una mayor dependencia de actividades agropecuarias.

En este contexto, Atlántico presenta condiciones económicas que podrían favorecer la implementación de medidas de adaptación. No obstante, aunque el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina registra altos ingresos per cápita, su condición insular y alta dependencia del turismo limitan su capacidad de respuesta frente a los efectos climáticos.

4.2.2.2.1.2. Pobreza y desigualdad

Tabla 4-10. Indicadores de pobreza y desigualdad para los departamentos afectados por la reducción de lluvias

Indicador	La Guajira	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Atlántico	Magdalena
Pobreza monetaria (%)	64,6	S/D	36,6	53,7
Pobreza extrema (%)	38,1	S/D	10,2	21,8
Pobreza multidimensional (%)	45,0	7,7	12,3	25,9
Coeficiente de Gini	0,5388	S/D	0,4918	0,5050

Fuente. Elaboración propia con base en Gran Encuesta Integrada de Hogares y Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DANE, 2026a)

Pobreza: La Guajira presenta los indicadores de pobreza más críticos del grupo analizado como a nivel nacional. Con una pobreza monetaria del 64,6 % y pobreza extrema de 38,1 %, supera ampliamente al promedio grupal (51,6 % y 23,4 % respectivamente). Su pobreza extrema es casi cuatro veces la de Atlántico (10,2 %), lo que significa que más de un tercio de la población de La Guajira carece de ingresos suficientes para cubrir la canasta básica alimentaria. Esta condición limita significativamente la capacidad de adaptación al cambio climático.

El indicador de pobreza monetaria presenta una alta dispersión entre los departamentos del grupo. La desviación estándar de 11,54 evidencia una marcada heterogeneidad interna en las condiciones socioeconómicas. Atlántico registra el menor nivel de pobreza monetaria (36,6 %), mientras que La Guajira presenta el más alto, con una diferencia cercana a 28 puntos porcentuales. Esta brecha refleja que, aun compartiendo el mismo tipo de amenaza climática, los departamentos poseen capacidades socioeconómicas y adaptativas muy diferentes, lo que plantea la necesidad de diseñar estrategias de adaptación diferenciadas según las condiciones de cada territorio.

Pobreza multidimensional: San Andrés registra el menor Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) del grupo (7,7 %), reflejando mejor cobertura en educación, salud y servicios. No obstante, su condición insular genera vulnerabilidades específicas ante la reducción hídrica que el IPM no captura

completamente. Magdalena (25,9 %) y La Guajira (45 %) muestran privaciones multidimensionales severas que comprometen su capacidad de adaptación.

Desigualdad: La Guajira presenta el mayor coeficiente de Gini del grupo (0,5388), indicando que los impactos climáticos se distribuirán de manera inequitativa. Los hogares más pobres, con menor acceso a agua, serán los más afectados. Atlántico tiene el menor Gini (0,4918), sugiriendo una distribución relativamente más equitativa de recursos y, por ende, de la capacidad adaptativa.

4.2.2.2.1.3. Acceso a servicios públicos y conectividad digital

Tabla 4-11. Indicadores de accesos a servicios públicos y conectividad para los departamentos afectados por la reducción de lluvias

Indicador	La Guajira	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Atlántico	Magdalena
Acceso a energía eléctrica (%)	67,3	99,8	99,9	98,3
Acceso a acueducto (%)	51,1	43,0	97,3	85,1
Acceso a alcantarillado (%)	43,5	33,7	87,9	53,4
Acceso a internet (%)	27,6	44,2	58,1	49,9

Fuente. Elaboración propia con base en Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DANE, 2026a)

Acceso energía: Mientras tres departamentos del grupo superan el 98 % de cobertura eléctrica, La Guajira apenas alcanza el 67,3 %, una brecha de 32 puntos frente al promedio grupal (91,3 %). Este déficit energético limita directamente las posibilidades de implementar sistemas de bombeo, potabilización o refrigeración como medidas de adaptación.

De mantenerse estas brechas de cobertura, los territorios con menor acceso a energía enfrentarían mayores dificultades para implementar tecnologías de adaptación y garantizar la continuidad de servicios esenciales durante emergencias climáticas.

Déficit hídrico estructural: El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, por su condición insular, registra el menor acceso a acueducto del grupo (43 %), seguido de La Guajira (51,1 %). Ambos departamentos enfrentarán los efectos de la disminución de la disponibilidad hídrica con los sistemas formales de abastecimiento de agua más precarios del grupo analizado. La brecha entre el departamento con mayor cobertura, Atlántico (97,3 %), y el de menor cobertura, San Andrés y Providencia (43 %), alcanza 54,3 puntos porcentuales.

Saneamiento básico: El acceso a alcantarillado es el indicador con mayor dispersión dentro del grupo, con una desviación estándar de 20,44, lo que refleja profundas desigualdades en las condiciones de saneamiento básico entre los departamentos analizados. El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (33,7 %) y La Guajira (43,5 %) presentan coberturas inferiores al 50 %, situación que compromete las condiciones sanitarias y la capacidad de respuesta frente a eventos asociados al estrés hídrico. En contraste, Atlántico alcanza una cobertura del 87,9 %, configurando una brecha interna de 54,2 puntos porcentuales.

Conectividad digital: El acceso a internet es el indicador con menores coberturas generales del grupo. La Guajira (27,6 %) presenta la brecha digital más profunda, lo que limita el acceso a información climática, alertas tempranas y plataformas de gestión del riesgo.

En escenarios de mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos, estas limitaciones de conectividad podrían restringir el acceso oportuno a mecanismos institucionales de respuesta, sistemas de alerta temprana y herramientas digitales para la adaptación climática.

4.2.2.2.1.4. Brechas, asimetrías y potencialidades

Brechas

Acceso al agua potable: La Guajira (51,1 %) y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (43 %) tienen coberturas de acueducto críticas en un escenario donde la reducción de lluvias agravará la escasez hídrica. La brecha frente a Atlántico (97,3 %) es de más de 46 puntos porcentuales, lo que representa una desigualdad estructural severa dentro del mismo grupo de amenaza climática.

Pobreza extrema: La Guajira (38,1 %) triplica el nivel de Atlántico (10,2 %), lo que significa que una proporción muy alta de su población no cuenta con recursos para adaptarse o recuperarse de choques climáticos como sequías prolongadas.

Energía eléctrica: La Guajira (67,3 %) tiene una brecha de más de 30 puntos frente a Atlántico (99,9 %) y San Andrés (99,8 %), lo que restringe el uso de tecnologías de bombeo, almacenamiento de agua y refrigeración de alimentos ante la reducción de lluvias.

Conectividad digital: La Guajira (27,6 %) está muy por debajo del resto del grupo. Esta brecha digital limita el acceso a sistemas de alerta temprana, información agropecuaria y servicios del Estado que son cruciales en contextos de estrés hídrico.

Asimetrías

La principal asimetría del grupo es la polarización entre La Guajira y Atlántico. Atlántico es altamente urbanizado (95 % urbano), presenta una de las economías más favorables del grupo y las mejores coberturas de servicios. La Guajira, con 51 % de población rural, alta dependencia agropecuaria, el menor PIB per cápita y los indicadores sociales más críticos, enfrenta el mismo escenario climático con capacidades significativamente diferentes.

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina representa una asimetría particular: tiene el segundo PIB per cápita más alto del grupo ($31,8M) y la menor pobreza multidimensional (7,7 %), pero sus coberturas de acueducto (43 %) y alcantarillado (33,7 %) son las más bajas junto con La Guajira. Estos resultados sugieren que la condición insular podría estar asociada con restricciones estructurales para la provisión de infraestructura que el nivel de ingreso no logra compensar.

Magdalena ocupa una posición intermedia: tiene importante participación agropecuaria (19,3 % del PIB) y alta ruralidad (31 %), pero sus indicadores de pobreza son mejores que los de La Guajira, aunque con cobertura de alcantarillado aún insuficiente (53,4 %).

Potencialidades

Atlántico presenta las condiciones socioeconómicas más favorables del grupo, al registrar la menor pobreza monetaria (36,6 %), la menor pobreza extrema (10,2 %) y el menor coeficiente de Gini (0,4918), además de las mejores coberturas de servicios en casi todos los indicadores evaluados. Estas condiciones podrían favorecer una mayor capacidad adaptativa y proporcionar una infraestructura base más sólida para implementar medidas de adaptación al cambio climático.

La Guajira cuenta con un enorme potencial para la generación de energía solar y eólica, dada su privilegiada ubicación geográfica. La reducción de lluvias podría, de manera indirecta, favorecer el desarrollo de proyectos de energías renovables que contribuyan al financiamiento de sistemas alternativos de captación y almacenamiento de agua.

En el mediano y largo plazo, el fortalecimiento de estas iniciativas podría incrementar la resiliencia territorial mediante la diversificación económica y el desarrollo de infraestructura adaptativa.

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, pese a sus déficits de infraestructura, tiene experiencia en gestión de recursos hídricos en entornos insulares y puede desarrollar tecnologías de captación de agua lluvia y desalinización, aprovechando su PIB per cápita relativamente alto para financiar soluciones locales.

4.2.2.2.2. Departamentos afectados por el aumento de lluvias

Los departamentos más afectados ante aumentos del volumen de las lluvias serían: Nariño, Valle del Cauca, Putumayo, Huila, Tolima, Risaralda, Quindío y Cauca. En estos departamentos se presentarían volúmenes de lluvia hasta un 50% más alto de los que se han tenido en los últimos 40 años, lo que ocasionaría una mayor cantidad de afectaciones por inundaciones, deslizamientos y colapso de infraestructura, lo que hace críticas las coberturas de alcantarillado y la resiliencia del territorio.

4.2.2.2.2.1. Factores territoriales y económicos

Tabla 4-12. Indicadores económicos y territoriales para los departamentos afectados por aumento de lluvias

Indicador	Nariño	Valle del Cauca	Putumayo	Huila	Tolima	Risaralda	Quindío	Cauca
Población rural (%)	56	15	49	39	32	21	13	63
PIB agropecuario (%)	18,3	8,3	7,6	21,7	20,8	9,0	21,3	16,2
PIB Per cápita ($)	12.395.188	29.292.385	13.341.634	19.983.995	21.657.998	23.660.089	20.752.859	16.236.093

Fuente. Elaboración propia con base en proyecciones de población y cuentas nacionales departamentales (DANE, 2026c).

Ruralidad: Cauca (63 %), Nariño (56 %) y Putumayo (49 %) presentan las mayores proporciones de población rural del grupo, lo que implica mayor exposición directa a inundaciones y deslizamientos en zonas con menor infraestructura de protección. Por el contrario, Quindío (13 %), Valle del Cauca (15 %) y Risaralda (21 %) presentan menores niveles de ruralidad y una mayor concentración de población en áreas urbanas.

Sensibilidad agropecuaria: Huila (21,7 %), Quindío (21,3 %), Tolima (20,8 %) y Nariño (18,3 %) registran las economías con mayor dependencia del sector agrícola, lo que los hace especialmente sensibles a los excesos de lluvia que pueden destruir cosechas, generar deslizamientos e inundar zonas productivas.

Capacidad económica: Valle del Cauca lidera el grupo con el PIB per cápita más alto ($29.292.385), más del doble que Nariño ($12.395.188), el más bajo. Los departamentos con mayores niveles de PIB per cápita podrían disponer de una mayor capacidad económica para financiar acciones de adaptación, fortalecer la infraestructura, diversificar sus actividades productivas y responder a los impactos derivados de eventos climáticos extremos. Por el contrario, los departamentos con menores niveles de ingreso podrían enfrentar mayores

restricciones para movilizar recursos destinados a la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático.

4.2.2.2.2.2. Pobreza y desigualdad

Tabla 4-13. Indicadores de pobreza y desigualdad para los departamentos afectados por aumento de lluvias

Indicador	Nariño	Valle del Cauca	Putumayo	Huila	Tolima	Risaralda	Quindío	Cauca
Pobreza monetaria (%)	42,1	29,6	S/D	44,8	41,1	31,0	30,4	46,8
Pobreza extrema (%)	13,6	11,3	S/D	16,0	15,9	8,9	8,5	20,6
Pobreza multidimensional (%)	20,3	8,6	19,3	15,4	14,3	11,0	9,7	19
Coeficiente de Gini	0,5074	0,5174	S/D	0,4986	0,5178	0,4800	0,4698	0,5174

Fuente. Elaboración propia con base en Gran Encuesta Integrada de Hogares y Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DANE, 2026a)

Pobreza monetaria: Cauca (46,8 %), Huila (44,8 %), Nariño (42,1 %) y Tolima (41,1%) tienen los niveles más altos de pobreza monetaria del grupo, esto significa que en estos territorios más de cuatro de cada diez habitantes cuentan con ingresos insuficientes para cubrir una canasta básica de bienes y servicios, lo que puede limitar su capacidad para afrontar y recuperarse de eventos adversos.

Por el contrario, Valle del Cauca (29,6 %), Quindío (30,4 %) y Risaralda (31 %) presentan los menores niveles de pobreza monetaria del grupo, con diferencias cercanas a 15 puntos porcentuales respecto a Cauca. Estos resultados reflejan una mayor disponibilidad relativa de recursos económicos en los hogares y, potencialmente, una mayor capacidad para implementar medidas de adaptación, recuperación y gestión del riesgo.

Pobreza extrema: Cauca (20,6 %), Huila (16,0 %), Tolima (15,9 %) y Nariño (13,6 %) presentan una proporción significativa de la población que dispone de ingresos insuficientes incluso para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a eventos adversos y limita su capacidad de recuperación.

En contraste, Quindío (8,5 %), Risaralda (8,9 %) y Valle del Cauca (11,3 %) presentan las menores incidencias de pobreza extrema del grupo. Estos niveles reflejan condiciones socioeconómicas relativamente más favorables y una menor proporción de población expuesta a situaciones de privación severa.

Desigualdad: Los mayores niveles de concentración del ingreso se registran en Tolima (0,5178), Cauca (0,5174), Valle del Cauca (0,5174) y Nariño (0,5074), lo que indica una distribución menos equitativa de los ingresos entre la población. En contraste, Quindío (0,4698), Risaralda (0,4800) y Huila (0,4986) presentan menores niveles de desigualdad relativa.

4.2.2.2.2.3. Acceso a servicios públicos y conectividad digital

Tabla 4-14. Indicadores de accesos a servicios públicos y conectividad para los departamentos afectados por aumento de lluvias

Indicador	Nariño	Valle del Cauca	Putumayo	Huila	Tolima	Risaralda	Quindío	Cauca
Acceso a energía eléctrica (%)	98,6	99,6	88,1	99,3	99,4	99,5	99,6	96,8
Acceso a acueducto (%)	74,4	96,9	53,7	89,4	89,6	95,6	97,8	78,7
Acceso a alcantarillado (%)	43,7	90,1	53,4	68,4	73,2	85,8	89,6	41,7
Acceso a internet (%)	48,9	75,9	37,5	58,1	65,0	67,9	64,9	38,3

Fuente. Elaboración propia con base en Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DANE, 2026a).

Cobertura de energía: La cobertura energética del grupo es en general alta (media 97,6 %), con la excepción notable de Putumayo (88,1 %), que presenta una brecha de 9,6 puntos frente al promedio. Esta diferencia es relevante porque la disponibilidad de energía es una condición habilitante para sistemas de monitoreo, alerta temprana, telecomunicaciones y atención de emergencias.

Saneamiento básico: Para la amenaza de aumento de lluvias, el alcantarillado es el servicio más directamente vinculado con la capacidad de gestionar el exceso hídrico. Cauca (41,7 %), Nariño (43,7 %) y Putumayo (53,4 %) tienen coberturas inferiores al 55%, significando que más de la mitad de sus hogares carece de sistemas adecuados de eliminación de aguas residuales. Ante lluvias intensas, esta deficiencia puede derivar en inundaciones, contaminación y brotes de enfermedades. Mientras Valle del Cauca (90,1 %), Quindío (89,6 %) y Risaralda (85,8 %) presentan coberturas considerablemente más altas, reflejando una mayor capacidad para gestionar los impactos asociados al incremento de las lluvias. Esta asimetría define departamentos con capacidad de gestionar el agua excedente y otros con déficits estructurales que amplifican el riesgo.

Conectividad digital: Putumayo (37,5 %), Cauca (38,3 %) y Nariño (48,9 %) presentan las menores coberturas, lo que puede limitar el acceso de la población a información climática, sistemas de alerta temprana, canales de comunicación durante emergencias y herramientas digitales para la gestión del riesgo. Por el contrario, Valle del Cauca (75,9 %), Risaralda (67,9 %) y Tolima (65,0 %) registran los

niveles más altos de conectividad, lo que favorece una mayor capacidad de respuesta y acceso a información oportuna frente a eventos climáticos extremos.

4.2.2.2.2.4. Brechas Departamentos afectados por el aumento de lluvias

Brechas

Alcantarillado: Es la brecha más crítica del grupo frente al escenario climático proyectado por aumento de lluvias. Cauca (41,7 %) y Nariño (43,7 %) tienen coberturas que son menos de la mitad de la de Valle del Cauca (90,1 %). En un contexto de lluvias hasta 50% más intensas, la baja cobertura de alcantarillado se traduce directamente en mayor riesgo de inundaciones urbanas, contaminación de fuentes hídricas y colapso de infraestructura sanitaria. Si no se realizan inversiones en ampliación y modernización de infraestructura de drenaje y saneamiento, estas brechas podrían profundizar las pérdidas económicas y los impactos sanitarios derivados de eventos extremos más frecuentes e intensos.

Acueducto: Putumayo (53,7 %) y Nariño (74,4 %) tienen coberturas significativamente menores que Quindío (97,8 %) y Valle del Cauca (96,9 %), lo que limita la capacidad de garantizar agua potable segura cuando el exceso de lluvias contamina fuentes superficiales.

PIB per cápita: La brecha entre Nariño ($12,4M) y Putumayo ($13,3M) frente a Valle del Cauca ($29,3M) y Risaralda ($23,6M) es de más del doble, lo que
refleja diferencias importantes en la capacidad económica relativa de los territorios para apoyar inversiones en infraestructura de drenaje, muros de contención y sistemas de alerta temprana.

Pobreza en contextos rurales de alta amenaza: Cauca combina 63 % de ruralidad con 46,8 % de pobreza monetaria y 19 % de pobreza multidimensional. Esta combinación significa que las poblaciones más expuestas a deslizamientos e inundaciones son también las que tienen menor capacidad de recuperación.

Asimetrías

Valle del Cauca, Risaralda y Quindío: Cuentan con economías más diversificadas, menor pobreza, mayor cobertura de servicios y mayor conectividad, lo que fortalece su capacidad para responder y recuperarse ante eventos climáticos extremos.

Nariño, Putumayo y Cauca: Enfrentan importantes desafíos estructurales, caracterizados por una mayor ruralidad, menores coberturas de acueducto, alcantarillado e internet, así como menores capacidades económicas y mayores niveles de pobreza.

Quindío: Tiene la menor pobreza monetaria (30,4 %) y el Gini más bajo (0,4698), lo que indica una distribución más equitativa del ingreso y mayor cohesión social para la respuesta colectiva ante emergencias climáticas.

Putumayo: Constituye uno de los territorios con mayores rezagos en infraestructura básica, particularmente en acueducto (53,7 %), alcantarillado (53,4 %) y acceso a internet (37,5 %). Adicionalmente, la ausencia de información sobre pobreza monetaria, pobreza extrema y coeficiente de Gini limita la evaluación integral de sus condiciones de vulnerabilidad socioeconómica frente al cambio climático.

Potencialidades

Valle del Cauca: presenta condiciones económicas y sociales favorables, caracterizadas por un PIB per cápita alto ($29,3 millones), menor dependencia agropecuaria (8,3 %) y mejores indicadores de pobreza, así como altas coberturas de acueducto (96,9 %), alcantarillado (90,1 %) y acceso a internet (75,9 %), estos factores fortalecen su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos.

Risaralda y Quindío: evidencian una alta potencialidad adaptativa, respaldada por bajos niveles de ruralidad, menores indicadores de pobreza, altas coberturas de servicios públicos y los menores coeficientes de desigualdad del grupo analizado.

Nariño, Putumayo y Cauca: pese a sus brechas, tienen una alta proporción de comunidades rurales e indígenas con conocimientos tradicionales sobre el territorio, manejo de cuencas y predicción de eventos climáticos, lo cual representa un capital de adaptación no convencional que puede integrarse en las estrategias de gestión del riesgo.

El grupo en su conjunto tiene una potencialidad hídrica significativa: el aumento de lluvias, bien gestionado, puede traducirse en mayor disponibilidad de agua para generación de energía, agricultura tecnificada y recarga de acuíferos, si se desarrolla la infraestructura de captación y almacenamiento adecuada.

4.2.2.2.3. Departamentos afectados por el aumento de temperaturas

Toda Colombia experimentaría incrementos progresivos de temperatura durante el siglo XXI. Los departamentos que serían más afectados (que presentarían incrementos más altos en comparación con los otros) serían: Amazonas, Nariño, Norte de Santander, Casanare, Huila, Tolima, Risaralda, Valle del Cauca y Vichada. El aumento de las temperaturas generaría afectaciones en la agricultura (por ejemplo, cambiando las condiciones óptimas de varios cultivos), la salud (al

incrementarse las zonas con presencia de enfermedades transmitidas por vectores), el hábitat humano, entre otros.

4.2.2.2.3.1. Factores territoriales y económicos

Tabla 4-15. Indicadores económicos y territoriales para los departamentos afectados por el aumento de temperaturas

Indicador	Casanare	Vichada	Amazonas	Norte de Santander	Huila	Tolima	Risaralda	Valle del Cauca	Nariño
Población rural (%)	28	77	51	21	39	32	21	15	56
PIB agropecuario (%)	15,1	37,4	21,9	12,1	21,7	20,8	9,0	8,3	18,3
PIB Per cápita ($)	43.033.206	7.724.210	12.661.502	13.169.059	19.983.995	21.657.998	23.660.089	29.292.385	12.395.188

Fuente. Elaboración propia con base en proyecciones de población y cuentas nacionales departamentales (DANE, 2026c).

Ruralidad y dependencia agropecuaria: Vichada registra la mayor proporción de población rural del grupo (77 %) y el mayor porcentaje de PIB agropecuario (37,4 %), combinación que lo configura como el departamento con mayor exposición y sensibilidad al aumento de temperatura. Con el PIB per cápita más bajo ($7,72M) del grupo, presenta menores condiciones económicas relativas para afrontar los impactos sobre su base productiva.

PIB per cápita: Casanare cuenta con el PIB per cápita más alto del grupo ($43,03M), impulsado principalmente por la actividad petrolera, lo que refleja una elevada generación de riqueza en el territorio y un mayor potencial económico para apoyar inversiones asociadas a la adaptación. Sin embargo, su dependencia de los hidrocarburos representa una vulnerabilidad estructural a largo plazo ante la transición energética.

Sensibilidad agropecuaria: Amazonas (21,9 %), Huila (21,7 %), Tolima (20,8 %) y Nariño (18,3%) tienen las economías más sensibles al aumento de temperatura dentro del grupo.

Doble vulnerabilidad: Nariño enfrenta amenazas de aumento de lluvias y de temperatura simultáneamente. Con el segundo PIB per cápita más bajo del grupo ($12,40M), alta ruralidad (56 %), alta dependencia agropecuaria (18,3 %) y déficits de infraestructura, presenta una combinación particularmente desfavorable de exposición y capacidad limitada de respuesta.

4.2.2.2.3.2. Pobreza y desigualdad

Tabla 4-16. Indicadores de pobreza y desigualdad para los departamentos afectados por el aumento de temperatura

Indicador	Casanare	Vichada	Amazonas	Norte de Santander	Huila	Tolima	Risaralda	Valle del Cauca	Nariño
Pobreza monetaria (%)	S/D	S/D	S/D	44,9	44,8	41,1	31	29,6	42,1
Pobreza extrema (%)	S/D	S/D	S/D	15,1	16	15,9	8,9	11,3	13,6
Pobreza multidimensional (%)	15,7	70,3	26,7	21	15,4	14,3	11	8,6	20,3
Coeficiente de Gini	S/D	S/D	S/D	0,494	0,4986	0,5178	0,48	0,5174	0,5074

Fuente. Elaboración propia con base en Gran Encuesta Integrada de Hogares y Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DANE, 2026a).

Pobreza monetaria: Entre los departamentos con datos disponibles, Norte de Santander (44,9 %), Huila (44,8 %) y Nariño (42,1 %) tienen los mayores niveles de pobreza monetaria. Estos tres departamentos combinan alta dependencia agropecuaria con niveles significativos de pobreza, lo que los hace especialmente vulnerables a las pérdidas de ingresos derivadas del aumento de temperatura.

Pobreza multidimensional: Con un IPM de 70,3 %, Vichada registra el valor más alto de todos los departamentos analizados, 47,7 puntos por encima de la media del grupo (22,6 %). Esta cifra refleja privaciones severas y simultáneas en educación, salud, empleo y servicios básicos.

La persistencia de estas condiciones estructurales podría limitar significativamente la capacidad adaptativa de la población frente a escenarios de aumento de temperatura y mayor frecuencia de eventos climáticos extremos.

Desigualdad: Los departamentos con mayor desigualdad son Tolima y Valle del Cauca, ambos con un coeficiente de 0,5178 y 0,5174 respectivamente, seguidos por Nariño (0,5074) y Huila (0,4986). Estos resultados indican una distribución del ingreso más concentrada y mayores brechas socioeconómicas internas. En contraste, Risaralda presenta el menor nivel de desigualdad del grupo (0,48), mientras que Norte de Santander registra un valor intermedio de 0,494.

4.2.2.2.3.3. Acceso a servicios públicos y conectividad digital

Tabla 4-17. Indicadores de accesos a servicios públicos y conectividad para los departamentos afectados por aumento de temperatura

Indicador	Casanare	Vichada	Amazonas	Norte de Santander	Huila	Tolima	Risaralda	Valle del Cauca	Nariño
Acceso a energía eléctrica (%)	97,1	36,6	86,7	99,4	99,3	99,4	99,5	99,6	98,6
Acceso a acueducto (%)	82,6	32,5	45,5	86,7	89,4	89,6	95,6	96,9	74,4
Acceso a alcantarillado (%)	70,8	1,4	36,2	82	68,4	73,2	85,8	90,1	43,7
Acceso a internet (%)	57,5	9,3	28	58,5	58,1	65	67,9	75,9	48,9

Fuente. Elaboración propia con base en Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DANE, 2026a).

Déficit de infraestructura: Vichada registra las coberturas más críticas del grupo en el acceso a todos los servicios públicos: energía (36,6%), acueducto (32,5 %), alcantarillado (1,4 %) e internet (9,3 %). En escenarios de aumento sostenido de temperatura, esta condición podría incrementar los riesgos sanitarios asociados a enfermedades transmitidas por vectores y limitar la capacidad institucional y comunitaria para responder a emergencias climáticas.

Déficit energético: Amazonas tiene una cobertura de energía del 86,7 %, notablemente inferior a la mayoría del grupo, lo que responde a su configuración geográfica dispersa y la falta de interconexión eléctrica. Con una cobertura de acueducto del 45,5 % y alcantarillado del 36,2 %, Amazonas enfrenta déficits significativos en los servicios básicos que condicionan la capacidad adaptativa de sus comunidades.

Doble vulnerabilidad: Nariño enfrenta amenazas de aumento de lluvias y de temperatura simultáneamente. Esta combinación de doble vulnerabilidad climática y déficit de infraestructura hídrica lo posiciona como un caso de atención prioritaria en la agenda de adaptación.

4.2.2.2.3.4. Brechas, asimetrías y potencialidades

Brechas

Pobreza multidimensional: Vichada (70,3 %) y Amazonas (26,7 %) presentan las mayores brechas frente a los departamentos más desarrollados del grupo, como Valle del Cauca (8,6 %) y Risaralda (11 %). Vichada está 61,7 puntos porcentuales

por encima de Valle del Cauca, una de las brechas más grandes registradas en el análisis.

Alcantarillado: La brecha entre Vichada (1,4 %) y Valle del Cauca (90,1 %) es de 88,7 puntos porcentuales, la mayor disparidad en servicios públicos de todo el análisis. En un escenario de aumento de temperaturas que incrementa enfermedades vectoriales y riesgos sanitarios, la ausencia casi total de alcantarillado en Vichada representa una amenaza directa a la salud pública. A mediano y largo plazo, el aumento de las temperaturas y la mayor presión sobre los recursos hídricos podrían agravar las condiciones de saneamiento básico, especialmente en territorios con limitada infraestructura y dispersión poblacional.

Energía eléctrica: Vichada (36,6 %) tiene una brecha de 63 puntos frente a Valle del Cauca y Risaralda (99,5–99,6%). La falta de energía eléctrica impide el uso de sistemas de refrigeración, bombeo de agua y tecnologías de adaptación básicas ante el calor extremo.

Conectividad digital: Vichada (9,3 %) y Amazonas (28 %) están prácticamente aislados del entorno digital. Esta brecha implica que ante eventos climáticos extremos (olas de calor, expansión de vectores de enfermedades), las poblaciones de estos territorios no tienen acceso a alertas, información de salud ni servicios de emergencia digitales.

PIB per cápita: La diferencia entre Casanare ($43M) y Vichada ($7,7M) es de más de cinco veces, siendo la asimetría económica más extrema del análisis. Esta distancia refleja capacidades económicas potenciales significativamente diferentes para respaldar acciones e inversiones orientadas a la adaptación al cambio climático.

Asimetrías

Este es el grupo con mayor número de asimetrías internas, dado que reúne departamentos con perfiles socioeconómicos y geográficos muy disímiles expuestos a una misma amenaza climática.

Casanare vs. Vichada: Esta constituye la asimetría más pronunciada del grupo. Casanare tiene el PIB per cápita más alto de todos los departamentos analizados ($43M), impulsado por la renta petrolera, mientras que Vichada tiene el más bajo ($7,7M) con una economía de subsistencia. Ambos comparten características de ruralidad y dependencia agropecuaria, pero presentan condiciones socioeconómicas y capacidades potenciales de adaptación significativamente diferentes.

Estas diferencias podrían profundizar desigualdades territoriales preexistentes en la medida en que los departamentos con mejores condiciones socioeconómicas e institucionales logren adaptarse más rápidamente a los impactos climáticos.

Amazonas: Presenta una asimetría geopolítica singular, es el departamento más grande de Colombia por extensión territorial, pero con una de las menores densidades poblacionales y deficientes coberturas de servicios. Su condición amazónica implica que el aumento de temperaturas tendrá impactos ecológicos de alcance global (deforestación acelerada, pérdida de biodiversidad), pero su capacidad institucional local para responder es muy limitada.

Norte de Santander: Tiene indicadores intermedios en el grupo, pero presenta la mayor pobreza monetaria entre los que tienen dato disponible (44,9 %), combinada con una cobertura de servicios relativamente aceptable (energía 99,4 %, acueducto 86,7 %). Esto sugiere que la pobreza está concentrada en zonas específicas del departamento con desigual acceso a infraestructura.

Nariño: Aparece en este grupo y en el de aumento de lluvias, lo que lo convierte en un departamento de amenaza climática múltiple, con doble exposición y mayores requerimientos de adaptación.

Potencialidades

Valle del Cauca y Risaralda: Presentan los mejores indicadores socioeconómicos y de cobertura de servicios del grupo, lo que refleja condiciones más favorables para desarrollar estrategias de adaptación.

Casanare: Pese a que una parte importante de su actividad económica está asociada a la explotación de hidrocarburos, registra el PIB per cápita más alto del grupo analizado, lo que refleja una elevada generación de riqueza en el territorio. Esta condición podría favorecer la disponibilidad de recursos para apoyar inversiones en infraestructura de adaptación, como sistemas de riego tecnificado, infraestructura de salud rural y proyectos de electrificación. No obstante, el aprovechamiento de este potencial dependerá de las capacidades institucionales y de la priorización de recursos para fortalecer la adaptación al cambio climático.

Amazonas y Vichada: Tienen una potencialidad ecosistémica extraordinaria. Sus territorios conservan los mayores bloques de biodiversidad del país, lo que los convierte en activos estratégicos para mecanismos de compensación por servicios ecosistémicos, REDD+ y financiamiento climático internacional. Estos mecanismos podrían generar recursos para financiar medidas de adaptación local, siempre que se desarrollen marcos institucionales adecuados.

4.2.2.3. Análisis dimensional de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático

Para identificar los efectos del cambio climático, el país ha desarrollado el Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación (SIIVRA), fundamentado en los lineamientos del IPCC, en especial el informe AR5 y AR6 y como referencia la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, así como las lecciones aprendidas derivadas de su uso y manejo.

El SIIVRA es una de las metas de adaptación definidas en la NDC de Colombia, que establece el diseño e implementación, a 2028, de un Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación al Cambio Climático, con el propósito de fortalecer el monitoreo y la evaluación de la adaptación al cambio climático en el país, en concordancia con la Ley 2169 de 2021 (Ley de Acción Climática).

El SIIVRA se compone de dos módulos. El primero evalúa el riesgo climático mediante el análisis de la amenaza y la vulnerabilidad en las 8 dimensiones que son; biodiversidad y servicios ecosistémicos, salud humana, recursos hídricos, soberanía alimentaria y producción agropecuaria, patrimonio cultural, hábitat humano, infraestructura y gestión del riesgo de desastres. El segundo corresponde al Monitoreo, Evaluación y Aprendizaje (MEL) de la adaptación al cambio climático (Sección 4.6.), orientado al seguimiento de las acciones de adaptación, la evaluación de la adaptación en función de los cambios en la vulnerabilidad, sensibilidad y capacidad de adaptación entre dos años de referencia; y, las lecciones aprendidas y buenas prácticas de las acciones de adaptación al cambio climático orientadas a fortalecer otras iniciativas.

En el presente reporte se presentan los resultados de la evaluación de la amenaza, de los elementos expuestos bajo los cuatro escenarios SSP, la vulnerabilidad para los años 2015, 2019 y 2023 y el riesgo por cambio climático para las dimensiones de recursos hídricos, soberanía alimentaria y producción agropecuaria, biodiversidad y servicios ecosistémicos, y, salud humana, referida a las enfermedades transmitidas por vectores.

Las demás dimensiones, patrimonio cultural, hábitat humano, infraestructura y gestión del riesgo de desastres se encuentran actualmente en procesamiento y serán incorporadas progresivamente al SIIVRA. De igual forma, los resultados correspondientes a las zonas costeras, que incluyen la evaluación de amenazas asociadas al ascenso del nivel del mar y a los cambios en la línea de costa.

4.2.2.3.1. Dimensión recursos hídricos

Estudios recientes que analizan redes hidrometeorológicas globales confirman la existencia del cambio climático y su relación con la actividad humana, según lo expone el IPCC. En su Sexto Informe de Evaluación (AR6), los expertos indican que la temperatura superficial global en las dos primeras décadas del siglo XXI (2001–2020) fue 0,99°C más alta que en el periodo 1850–1900. Advierten que, en un escenario optimista, este incremento podría alcanzar 1,5 °C hacia finales del siglo XXI; sin embargo, las proyecciones más pesimistas sugieren que podría superar los 4 °C, con un rango estimado que podría llegar hasta 5,7 °C (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021). De acuerdo con investigaciones sobre el impacto de las variables climáticas en el ciclo hidrológico, referenciadas en el BTR1, existen coincidencias y evidencias de que los cambios en las variables climáticas podrían afectar el funcionamiento hidrológico de las cuencas y los ecosistemas, con repercusiones significativas en las actividades humanas (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En general, a nivel nacional, se observa una tendencia al aumento de la amenaza desde el escenario SSP 1-2.6 hasta el SSP 5-8.5. A pesar de que un alto porcentaje de municipios se encuentran en la categoría muy baja, se identificaron algunas particularidades de acuerdo con los periodos de análisis (Figura 4-19).

En el período 2021-2040, en general, las diferencias entre los escenarios SSP se incrementan en algunas zonas del país, principalmente en la región Caribe. Las categorías de amenaza media y alta de los escenarios SSP1-2.6 y SSP2-4.5, se observan en áreas donde actualmente predominan condiciones de humedad deficitarias. Entre estas zonas se destacan el Alto Chicamocha (altiplano de Tunja y sus alrededores), los municipios ribereños del río Magdalena, la cuenca del río Zulia en el departamento de Norte de Santander, la península de La Guajira, la cuenca media del río Ranchería y algunas franjas húmedas al oriente de Bogotá, específicamente en los municipios de Ubaque y Chipaque, que son de alta importancia para el suministro de agua de la capital. Por otra parte, los municipios de Candelaria (Atlántico), Clemencia, Guamo (Bolívar), Boyacá (Boyacá) y San Cayetano (Norte de Santander) se destacan por tener amenazas altas y muy altas en los escenarios mencionados. En los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5, se observan incrementos en la amenaza, especialmente en la región Caribe (La Guajira y Cesar). En la cuenca baja de los ríos Magdalena, Cesar, Cauca, San Jorge y Sinú, se consolidan valores medios en el Caribe, en varios departamentos (Atlántico, Magdalena, La Guajira, El Cesar y la zona norte de Bolívar). Se mantiene la tendencia en el oriente del país y la región Pacífico, con un ligero incremento al oriente de Colombia en el departamento de Arauca. En estos escenarios se mantienen con categorías altas y muy altas los municipios de Candelaria (Atlántico), Clemencia, Guamo, Santa Rosa (Bolívar), Boyacá (Boyacá) y San Cayetano (Norte de Santander).

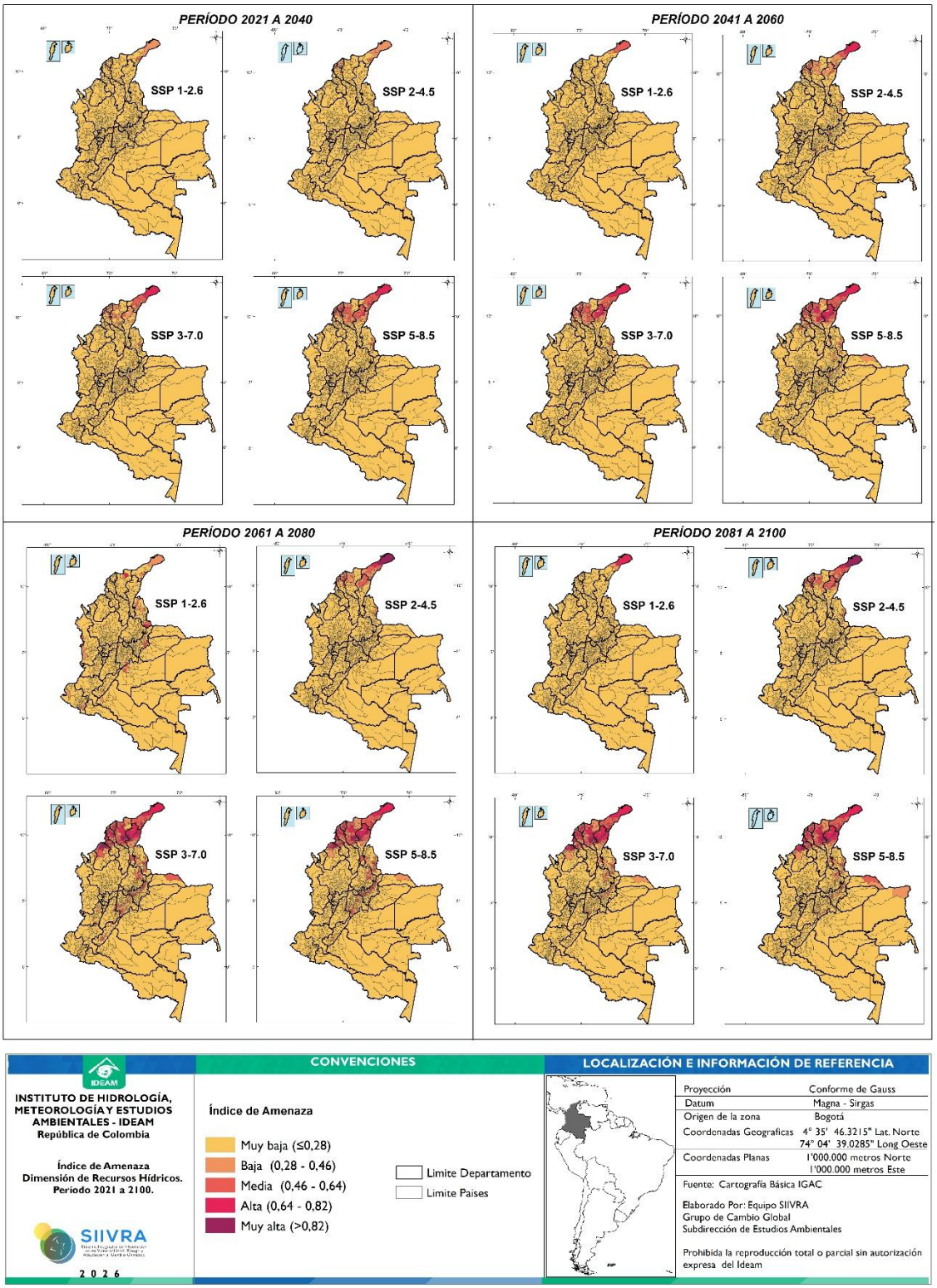


Figura 4-19. Índice de amenaza en la dimensión de recursos hídricos, según escenario SSP y periodo (2021–2100)

Fuente: Elaboración propia

En el SSP 3-7.0, presentan categorías alta y muy alta los municipios de Turbaco (Bolivar), Guataquí (Cundinamarca), Uribia (La Guajira), Herrán y Villa del Rosario (Norte de Santander). Por su parte, en el SSP 5-8.5 se adicionan nuevos municipios a los ya mencionados, tales como Sabanalarga (Atlántico), San Diego (Cesar) y Barrancas (La Guajira).

En el período 2041-2060 se observa en los escenarios, un aumento de la amenaza en el norte de Colombia, especialmente en los departamentos de La Guajira, Cesar, Magdalena, Atlántico y norte de Bolívar, al igual que un incremento leve en Arauca. En donde se mantienen con categorías altas y muy altas los municipios de Candelaria (Atlántico), Santa Rosa, Turbaco (Bolivar), Uribia (La Guajira) y San Cayetano (Norte de Santander). En los escenarios SSP 1-2.6 y SSP 2-4.5 se adicionan los municipios de Tunja, Boyacá, Cucaita, Soracá (Boyacá), Ubaque (Cundinamarca), Cácota (Norte de Santander) y en los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5, Sabanalarga (Atlántico), Calamar, Clemencia, El Guamo (Bolivar), Valledupar, Bosconia, El Copey, El Paso, San Diego (Cesar), San Andrés de Sotavento (Córdoba), La Jagua del Pilar, Manaure (La Guajira), Ariguaní, El Retén, Nueva Granada, Pivijay (Magdalena), San Pedro (Sucre).

En el período 2061-2080, se mantiene la tendencia al incremento de la amenaza a partir del escenario SSP 1-2.6, principalmente en la región Caribe, y en los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5 surgen municipios de la región Andina que posiblemente van a enfrentar una amenaza alta o muy alta, tales como Jericó, Panqueba, Paz de Río, Sativasur, Soracá, Ventaquemada (Boyacá), Arbeláez, Beltrán, Gachancipá, Girardot, Guataquí, Nariño, Ricaurte, San Bernardo, Susa (Cundinamarca), Santiago (Norte de Santander), Bucaramanga, Barichara, California, Villanueva (Santander) y Flandes (Tolima).

En el período (2081-2100), se observa un incremento e intensidad en los diferentes escenarios, principalmente en SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5, en donde probablemente los municipios que podrían tener una amenaza alta o muy alta serían Candelaria, Sabanalarga (Atlántico), Arjona, Calamar, Clemencia, El Guamo, Mahates, Santa Catalina, Tiquisio (Bolívar), Boyacá, Panqueba (Boyacá), Valledupar, Agustín Codazzi, Bosconia, El Copey, El Paso, González, La Paz, San Diego (Cesar), Chimá, Cotorra, Lorica, Momil, Purísima de la Concepción, San Andrés de Sotavento, San Antero, San Pelayo, Tuchín (Córdoba), Guataquí (Cundinamarca), El Molino, Fonseca, La Jagua del Pilar, Manaure, Uribia, Urumita, Villa Nueva, Algarrobo, Ariguaní (La Guajira), El Retén, Pivijay, Sabanas de San Ángel, Zona Bananera (Magdalena), San Cayetano, Santiago (Norte de Santander), Bucaramanga (Santander), Sincelejo, Coveñas, Palmito, Sampués, San Juan de Betulia, San Onofre, San Pedro, Santiago de Tolú (Sucre).

Cuando se analizan los posibles cambios en la amenaza entre los diferentes periodos, es posible observar que en los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5 para 1981-2100, se reduce el número de municipios con niveles de amenaza alta y muy alta,

lo que puede obedecer a que el índice de aridez y la escorrentía dependen de la relación entre precipitación y evapotranspiración. En consecuencia, los indicadores de reducción de escorrentía e incremento de condiciones de aridez moderan sus señales, debido al incremento probable de las lluvias en las regiones compensa parcialmente el aumento de la evapotranspiración potencial generado por las mayores temperaturas (Tabla 4-18).

Tabla 4-18. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de amenaza según escenario SSP y periodos

Escenario	Periodo	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	
SSP 1-2.6	21-40	1.102	98,3	8	0,7	7	0,6	1	0,1	3	0,3
	41-60	1.109	98,9	4	0,4	4	0,4	2	0,2	2	0,2
	61-80	1.065	95,0	36	3,2	14	1,3	3	0,3	3	0,3
	81-100	1.105	98,6	7	0,6	4	0,4	1	0,1	4	0,4
SSP 2-4.5	21-40	1.088	97,1	20	1,8	7	0,6	3	0,3	3	0,3
	41-60	1.036	92,4	59	5,3	15	1,3	7	0,6	4	0,4
	61-80	1.045	93,2	54	4,8	13	1,2	6	0,5	3	0,3
	81-100	1.039	92,7	48	4,3	23	2,1	7	0,6	4	0,4
SSP 3-7.0	21-40	1.038	92,6	55	4,9	17	1,5	4	0,4	7	0,6
	41-60	995	88,8	79	7,1	36	3,2	8	0,7	3	0,3
	61-80	787	70,2	145	12,9	116	10,4	49	4,4	24	2,1
	81-100	870	77,6	123	11,0	79	7,1	32	2,9	17	1,5
SSP 5-8.5	21-40	1.007	89,8	65	5,8	36	3,2	7	0,6	6	0,5
	41-60	951	84,8	98	8,7	50	4,5	16	1,4	6	0,5
	61-80	818	73,0	145	12,9	103	9,2	40	3,6	15	1,3
	81-100	877	78,2	108	9,6	83	7,4	35	3,1	18	1,6

Fuente: Elaboración propia

En términos de vulnerabilidad, en el año 2023, el departamento de Cesar se caracterizó por presentar valores de vulnerabilidad muy alta debido a una sensibilidad muy alta y una capacidad de adaptación media, exceptuando los municipios de Chimichagua, González y Pueblo Bello cuya capacidad fue baja. De igual manera, La Guajira presenta un número importante de municipios en los que se observó el mismo patrón, a excepción de Maicao, Manaure y Uribia. Por su parte, en Norte de Santander se resaltan los municipios de San Calixto, Silos, Teorama, Tibú y Toledo. En Magdalena se destacan los municipios de Cerro de San Antonio, Chivoló, Fundación, Sabanas de San Ángel y Zona Bananera. La

sensibilidad muy alta está dada por la susceptibilidad al desabastecimiento tanto en temporada seca como temporada de lluvias, al índice de remanencia y a la tasa de deforestación. Por otra parte, la baja capacidad adaptativa se da por la poca inversión en agua potable y saneamiento básico, en manejo y aprovechamiento de cuencas y microcuencas hidrográficas y en conservación de microcuencas que abastecen el acueducto, protección de fuentes y reforestación de dichas cuencas; al igual que por el bajo valor agregado municipal (En los tableros de control del SIIVRA se pueden consultar las contribuciones de indicadores a los componentes de sensibilidad y capacidad de adaptación). Esta información sobre las contribuciones de los indicadores a los componentes es importante porque son insumo que permiten orientar hacia dónde deberían estar orientadas las acciones o medidas de adaptación.

En el año 2023, se identificó que, de acuerdo con los indicadores utilizados en el análisis, el 60,4% de los municipios del país se encuentran en las categorías de vulnerabilidad alta y muy alta (Tabla 4-19).

Tabla 4-19. Categorías de vulnerabilidad

Componente	Año	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sensibilidad	2015	18	1,61	133	11,86	146	13,02	459	40,95	365	32,56
	2019	13	1,16	99	8,83	190	16,95	444	39,61	375	33,45
	2023	37	3,30	114	10,17	239	21,32	365	32,56	366	32,65
Capacidad Adaptación	2015	21	1,87	138	12,31	740	66,01	209	18,64	13	1,16
	2019	20	1,78	107	9,55	501	44,69	335	29,88	158	14,09
	2023	24	2,14	261	23,28	408	36,40	413	36,84	15	1,34
Vulnerabilidad	2015	18	1,61	136	12,13	147	13,11	456	40,68	364	32,47
	2019	15	1,34	128	11,42	263	23,46	361	32,20	354	31,58
	2023	38	3,39	117	10,44	289	25,78	320	28,55	357	31,85

Fuente: Elaboración propia

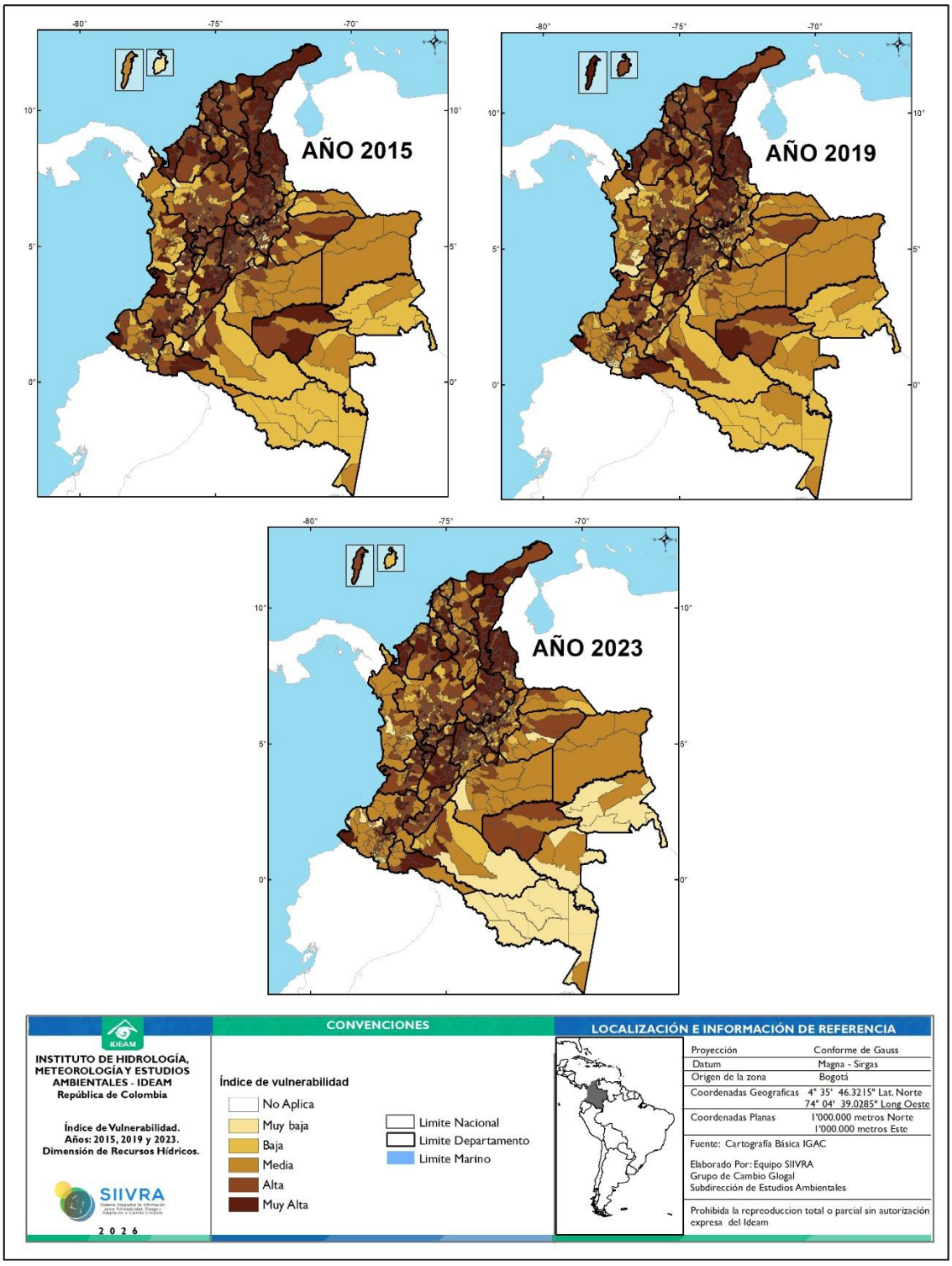


Figura 4-20. Índice de vulnerabilidad en la dimensión de recursos hídricos, años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

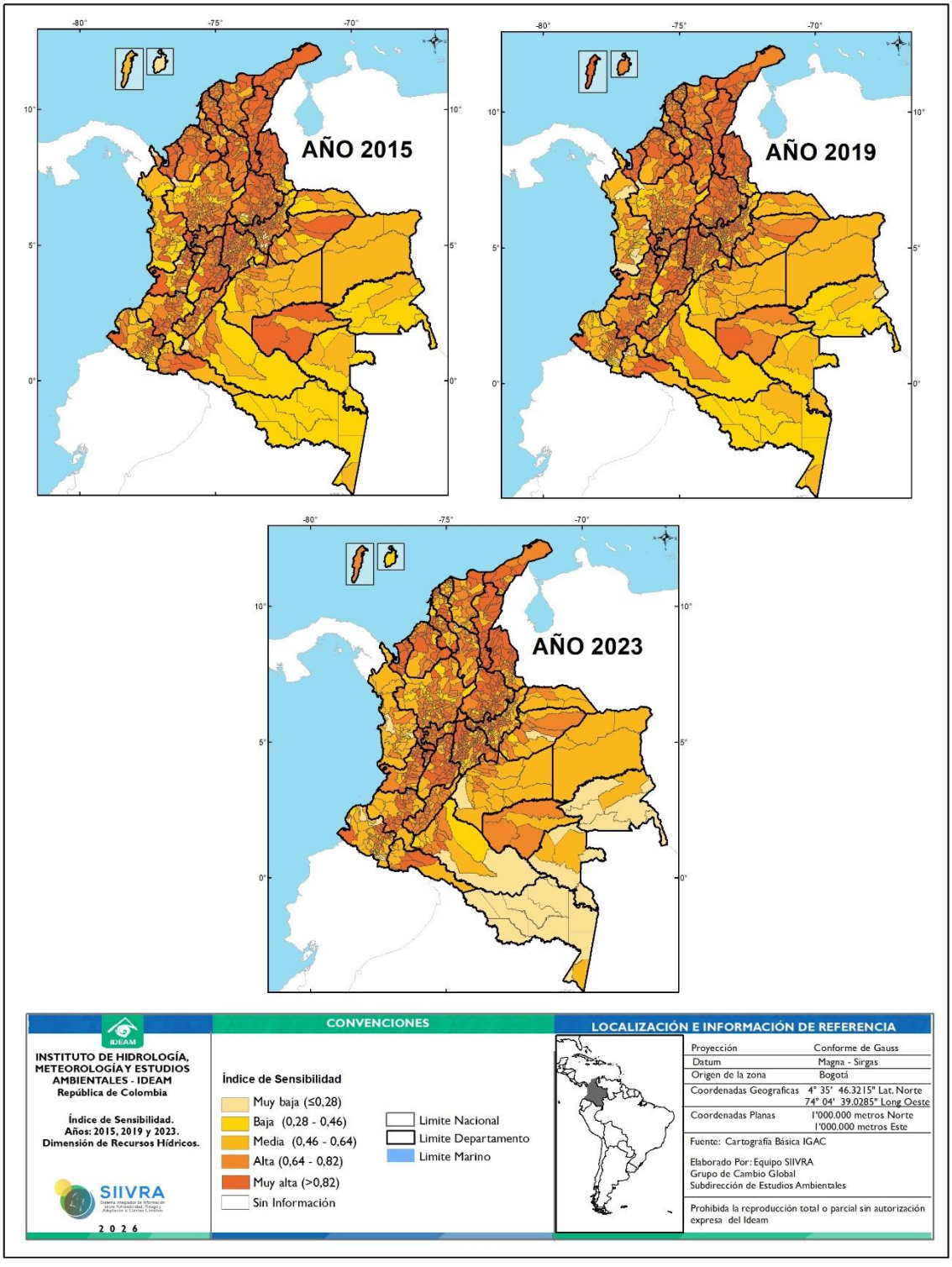


Figura 4-21. Índice de sensibilidad en la dimensión de recursos hídricos, años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

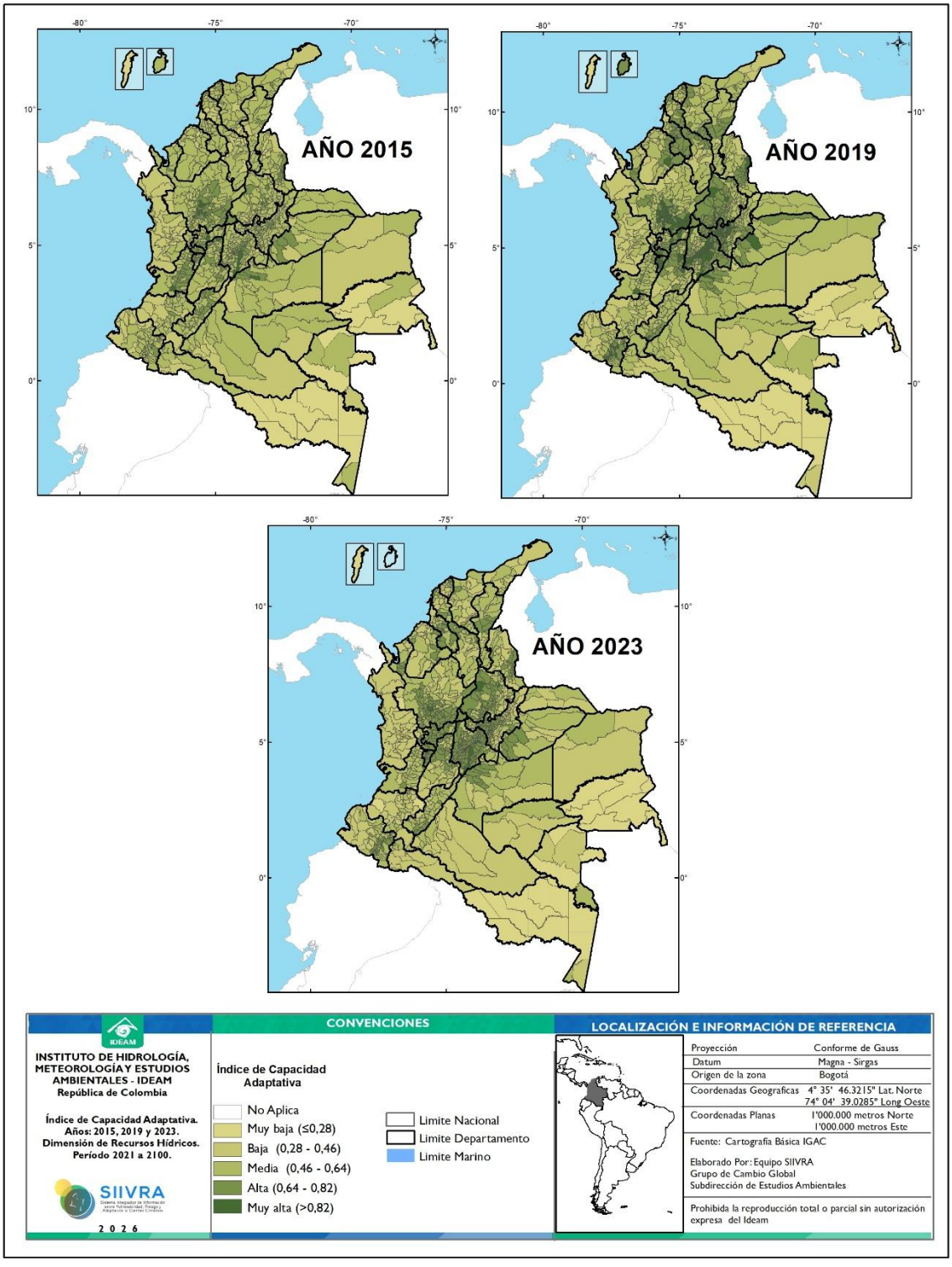


Figura 4-22. Índice de capacidad adaptativa en la dimensión de recursos hídricos, años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

En general, se observa una concentración de municipios en probable riesgo alto y muy alto en la región Caribe, la región Andina y parte de la Orinoquia, en los diferentes periodos y escenarios SSP. Con respecto a los periodos, el porcentaje de municipios con riesgo Alto o Muy Alto alcanza su máximo en el período 2061-2080, para presentar una ligera reducción en el periodo 2081-2100. Esta dinámica, probablemente responde a la interacción entre los incrementos proyectados de precipitación y los aumentos de la evapotranspiración potencial asociados al calentamiento, conforme lo modelado en los escenarios para la Cuarta Comunicación Nacional (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024), y a la reducción de la vulnerabilidad. En cuanto a los años analizados 2015, 2019 y 2023, los municipios que se mantienen con porcentajes altos y muy altos son Luruaco, Tubará (Atlántico), Clemencia, El Guamo, San Juan Nepomuceno, Turbaco, Santa Rosa (Bolívar), Tunja, Boyacá, Cucaita (Boyacá), la mayoría de los municipios del departamento del Cesar, Canalete, Cereté, Chimá, Chinú, Ciénaga De Oro, Cotorra, La Apartada, Momil, Puerto Escondido, Purísima de la Concepción (Córdoba), la mayoría de los municipios de La Guajira y Magdalena, San Cayetano, Villa del Rosario (Norte de Santander), San Pedro (Sucre), Fúquene, Fusagasugá, Gachancipá, Ricaurte, Sibaté, Simijaca, Susa, Tenjo, Ubaque (Cundinamarca).

Específicamente en el posible riesgo por cambio climático calculado con la vulnerabilidad del año 2023, se identificó que el patrón de incremento en el número de municipios con categorías medio, alto y muy alto se mantiene en el periodo, presentando sus valores mayores en los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5. En el SSP 3-7.0.

En el año 2023, es importante anotar que todos los municipios presentan algún grado de riesgo, y que, en todos los escenarios y periodos, los municipios en categoría media, alta y muy alta oscilan entre el 36% y el 59%. Se resaltan los departamentos de La Guajira, Cesar, Magdalena y Norte de Santander, por presentar en categoría alta y muy alta, la mayoría de sus municipios, seguidos por Atlántico, Bolívar, Córdoba y Cundinamarca.

El mecanismo que explica la atenuación del riesgo hacia 2081-2100 radica en el balance hídrico superficial. Como se documentó en el componente de amenaza del presente estudio, el índice de aridez y la escorrentía dependen de la relación entre precipitación y evapotranspiración. En los períodos finales del siglo, el incremento significativo de las lluvias en las regiones Andina y Pacífica compensa parcialmente el aumento de la evapotranspiración potencial generado por las mayores temperaturas. En consecuencia, los indicadores de reducción de escorrentía e incremento de condiciones de aridez moderan sus señales en los municipios andinos, reduciendo el número de municipios que superan los umbrales de amenaza alta y muy alta.

No obstante, es fundamental señalar que esta moderación del riesgo no es homogénea espacialmente. Mientras los municipios de la región Andina presentan un incremento de las lluvias, los departamentos del Caribe (La Guajira, Cesar, Magdalena, Sucre, Córdoba y Atlántico) mantienen niveles elevados de riesgo al final de siglo debido a que las proyecciones para esta región son consistentes en mostrar una reducción sostenida de las precipitaciones. En la región Caribe, el descenso de las lluvias se combina con el incremento de la evapotranspiración, agravando las condiciones de aridez y perpetuando la amenaza de desabastecimiento hídrico (Pabón, 2003).

En síntesis, la dinámica temporal observada en los municipios en riesgo, con un pico en 2061-2080 seguido de una atenuación parcial se explica por el incremento progresivo de la precipitación en los escenarios de altas emisiones hacia finales de siglo, que altera favorablemente el balance hídrico en las regiones Andina y Pacífica. Este comportamiento debe interpretarse como una reducción generalizada del riesgo climático, sino como una redistribución geográfica de las presiones hídricas que mantiene a la región Caribe como el núcleo persistente del riesgo ante el cambio climático en Colombia en la dimensión de los recursos hídricos evaluadas en el SIIVRA.

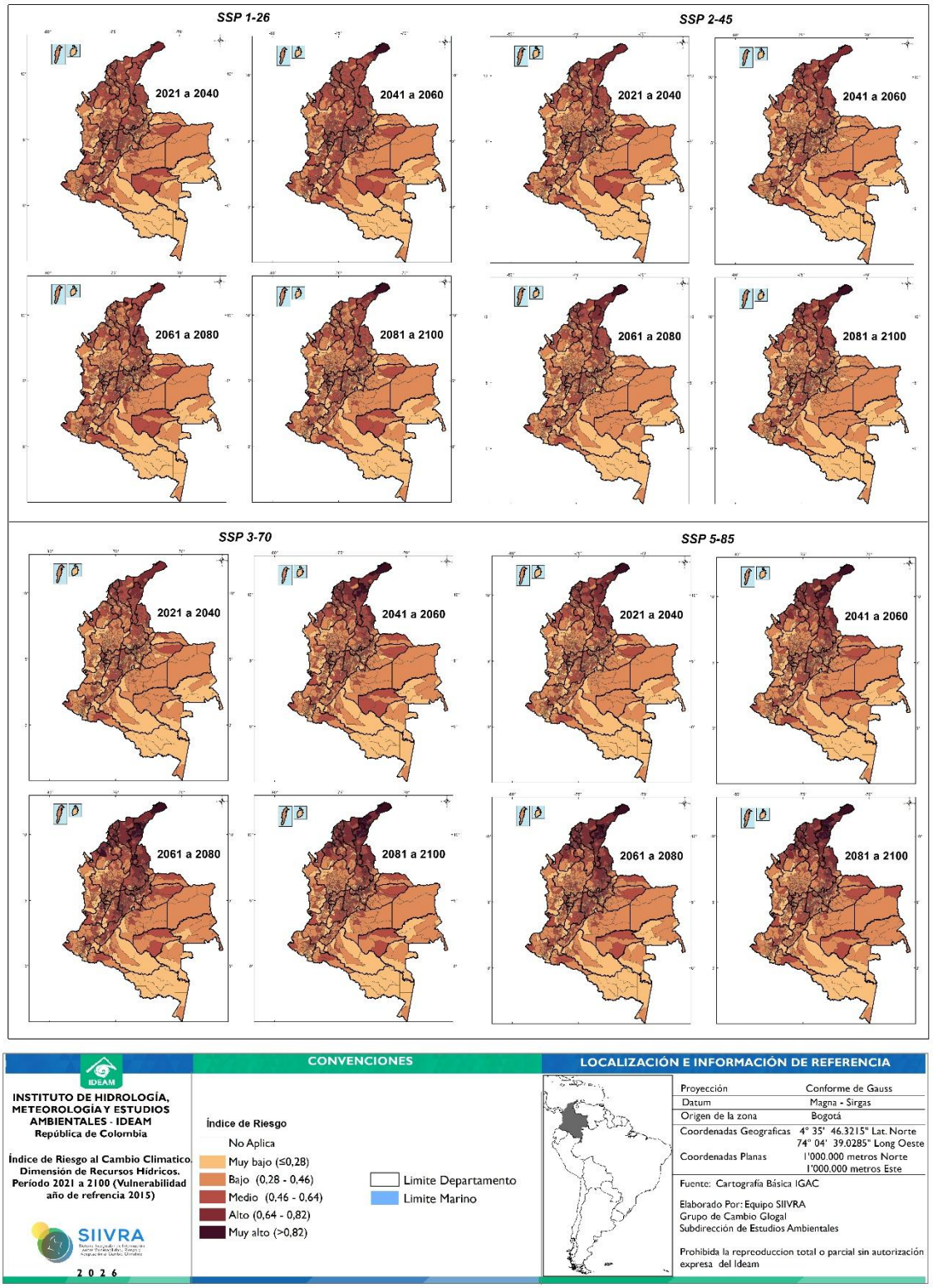


Figura 4-23. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2015)

Fuente: Elaboración propia

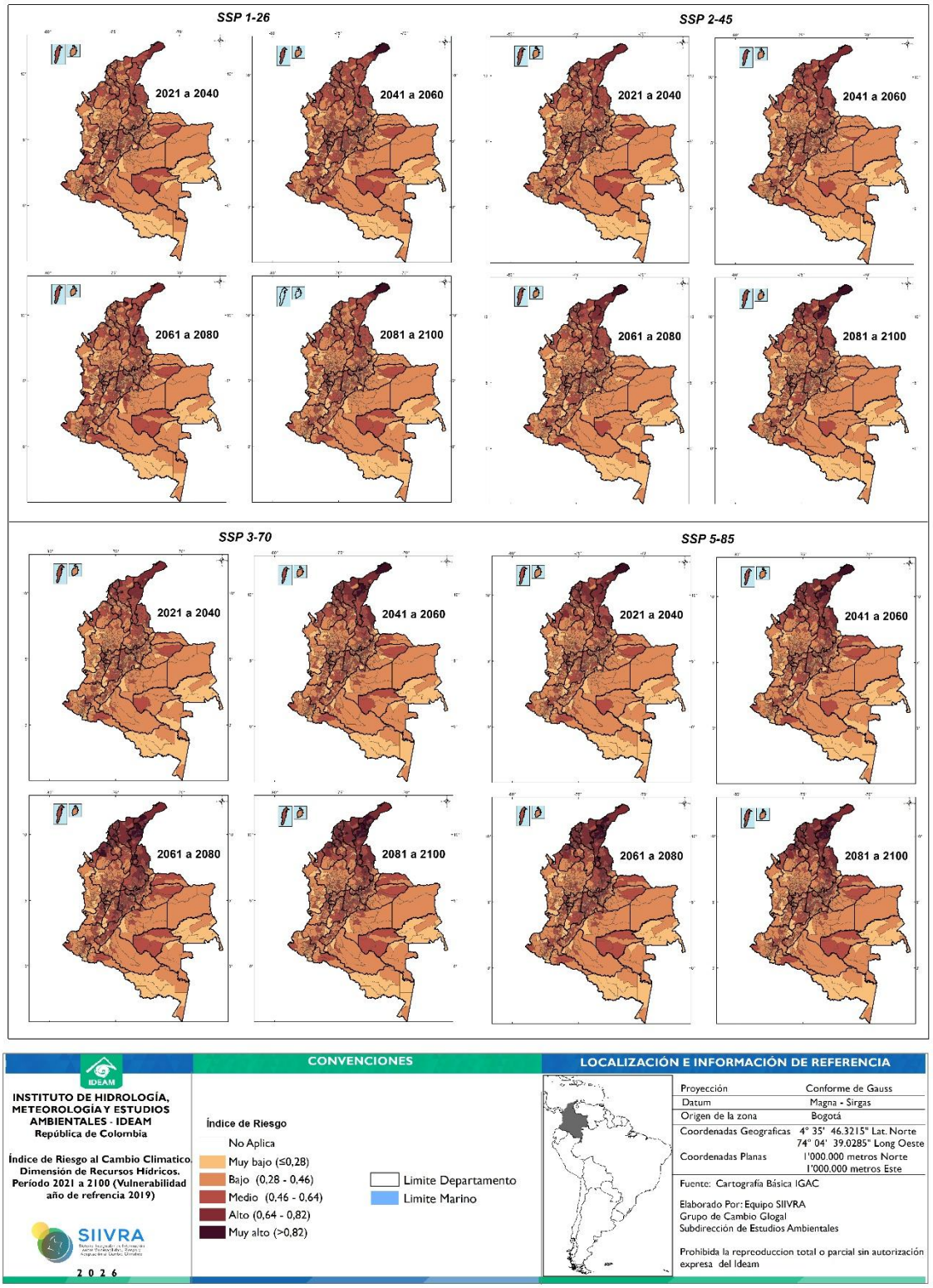


Figura 4-24. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2019)

Fuente: Elaboración propia

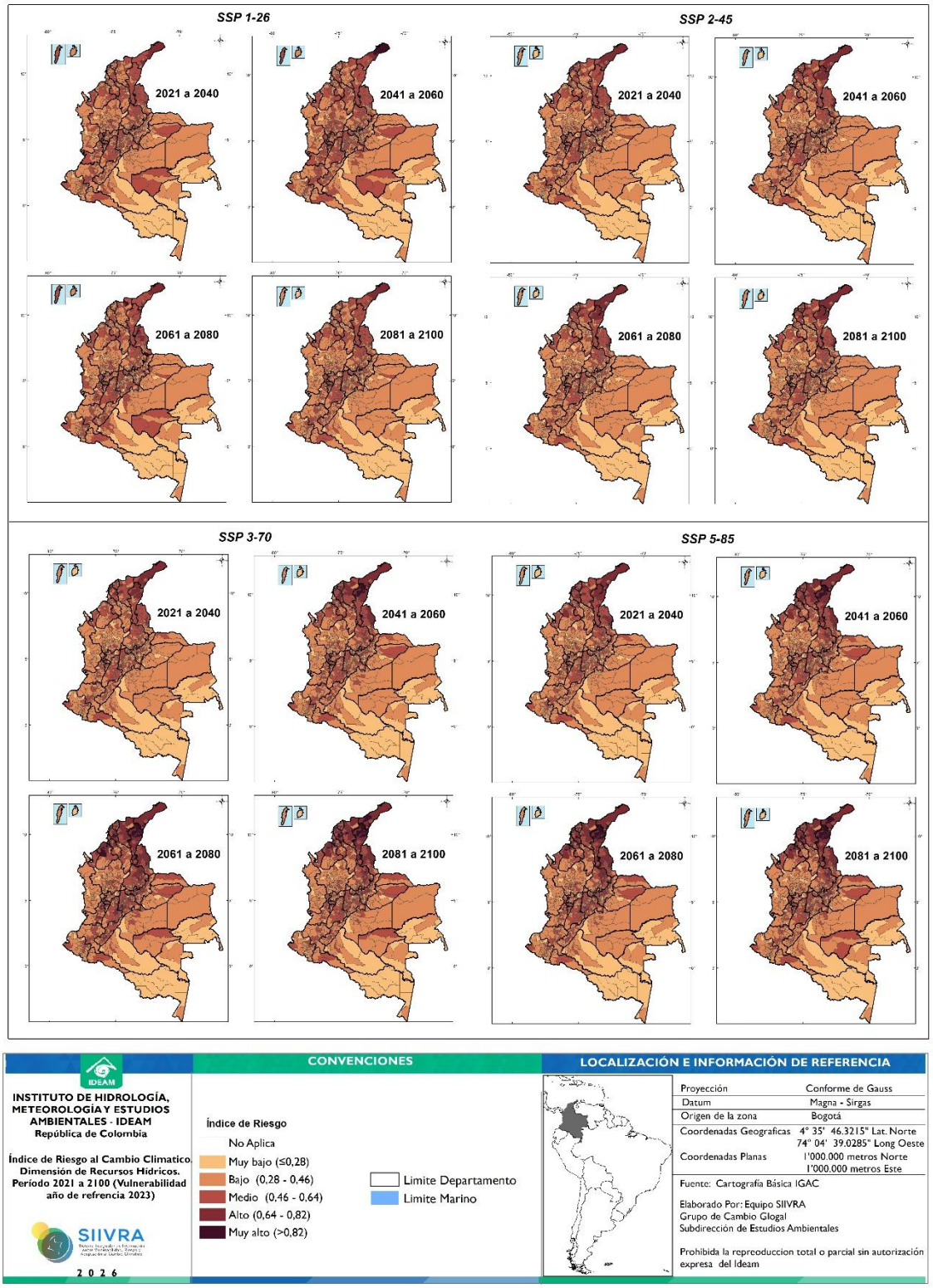


Figura 4-25. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2023)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-20. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (vulnerabilidad de referencia 2015)

Escenario	Periodo	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	
SSP 1-2.6	21-40	78	6,96	412	36,75	605	53,97	18	1,61	8	0,71
	41-60	71	6,33	311	27,74	721	64,32	11	0,98	7	0,62
	61-80	87	7,76	581	51,83	414	36,93	31	2,77	8	0,71
	81-100	96	8,56	624	55,66	383	34,17	13	1,16	5	0,45
SSP 2-4.5	21-40	97	8,65	604	53,88	385	34,34	29	2,59	6	0,54
	41-60	110	9,81	556	49,60	404	36,04	46	4,10	5	0,45
	61-80	122	10,88	571	50,94	385	34,34	38	3,39	5	0,45
	81-100	123	10,97	569	50,76	380	33,90	43	3,84	6	0,54
SSP 3-7.0	21-40	121	10,79	556	49,60	396	35,33	42	3,75	6	0,54
	41-60	95	8,47	498	44,42	435	38,80	81	7,23	12	1,07
	61-80	79	7,05	330	29,44	442	39,43	221	19,71	49	4,37
	81-100	90	8,03	443	39,52	396	35,33	159	14,18	33	2,94
SSP 5-8.5	21-40	121	10,79	531	47,37	402	35,86	57	5,08	10	0,89
	41-60	96	8,56	489	43,62	414	36,93	111	9,90	11	0,98
	61-80	90	8,03	413	36,84	394	35,15	185	16,50	39	3,48
	81-100	88	7,85	465	41,48	384	34,26	151	13,47	33	2,94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-21. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (vulnerabilidad de referencia 2019)

Escenario	Periodo	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	64	5,71	601	53,61	434	38,72	16	1,43	6	0,54
	41-60	56	5,00	459	40,95	589	52,54	11	0,98	6	0,54
	61-80	60	5,35	580	51,74	439	39,16	33	2,94	9	0,80
	81-100	81	7,23	631	56,29	395	35,24	11	0,98	3	0,27
SSP 2-4.5	21-40	81	7,23	611	54,50	397	35,41	27	2,41	5	0,45
	41-60	75	6,69	568	50,67	425	37,91	48	4,28	5	0,45
	61-80	78	6,96	595	53,08	403	35,95	40	3,57	5	0,45
	81-100	79	7,05	593	52,90	397	35,41	45	4,01	7	0,62
SSP 3-7.0	21-40	76	6,78	580	51,74	410	36,57	48	4,28	7	0,62
	41-60	68	6,07	519	46,30	437	38,98	87	7,76	10	0,89
	61-80	56	5,00	344	30,69	464	41,39	211	18,82	46	4,10
	81-100	62	5,53	454	40,50	419	37,38	153	13,65	33	2,94
SSP 5-8.5	21-40	73	6,51	560	49,96	405	36,13	73	6,51	10	0,89
	41-60	67	5,98	497	44,34	430	38,36	115	10,26	12	1,07
	61-80	60	5,35	425	37,91	418	37,29	174	15,52	44	3,93
	81-100	65	5,80	484	43,18	398	35,50	142	12,67	32	2,85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-22. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (vulnerabilidad de referencia 2023)

Escenario	Periodo	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	76	6,78	579	51,65	443	39,52	17	1,52	6	0,54
	41-60	70	6,24	492	43,89	543	48,44	11	0,98	5	0,45
	61-80	81	7,23	573	51,12	429	38,27	30	2,68	8	0,71
	81-100	104	9,28	616	54,95	387	34,52	12	1,07	2	0,18
SSP 2-4.5	21-40	109	9,72	596	53,17	387	34,52	25	2,23	4	0,36
	41-60	113	10,08	563	50,22	400	35,68	42	3,75	3	0,27
	61-80	124	11,06	580	51,74	381	33,99	33	2,94	3	0,27
	81-100	126	11,24	581	51,83	373	33,27	37	3,30	4	0,36
SSP 3-7.0	21-40	124	11,06	569	50,76	383	34,17	40	3,57	5	0,45
	41-60	99	8,83	504	44,96	433	38,63	77	6,87	8	0,71
	61-80	72	6,42	393	35,06	433	38,63	177	15,79	46	4,10
	81-100	86	7,67	464	41,39	409	36,49	133	11,86	29	2,59
SSP 5-8.5	21-40	119	10,62	541	48,26	399	35,59	56	5,00	6	0,54
	41-60	104	9,28	492	43,89	416	37,11	100	8,92	9	0,80
	61-80	84	7,49	450	40,14	403	35,95	149	13,29	35	3,12
	81-100	98	8,74	476	42,46	393	35,06	126	11,24	28	2,50

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3.2. Dimensión soberanía alimentaria y producción agropecuaria

En la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria (SAPA) la amenaza se distribuye principalmente entre las categorías baja y media, con una fracción persistente de municipios en categorías alta y muy alta. En términos generales, se observan dos rasgos distintivos. Primero, la amenaza alcanza su máxima intensidad en el periodo inmediato (2021-2040), en el que entre el 36,5% y el 47,3% de los municipios se ubican en categorías media, alta y muy alta según el escenario, y entre el 6,8% y el 8,0% alcanzan categorías alta y muy alta. Segundo, a diferencia de otras dimensiones, la amenaza tiende a moderarse en los periodos siguientes y, en la ventana de mediano plazo, es incluso menor en los escenarios de mayores emisiones (SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5) que en el escenario de sostenibilidad (SSP 1-2.6). Este comportamiento refleja que los cambios proyectados de aptitud no son monotónicos en el tiempo, sino que dependen del balance entre el aumento de la temperatura y la evolución de la precipitación en cada ventana temporal.

En el periodo 2021-2040, la amenaza es la más alta de todo el horizonte. En el escenario SSP 1-2.6, el 39,2% de los municipios se clasifica en categoría media y un 8,1% en categorías alta y muy alta. Las categorías más altas se concentran en las cordilleras andinas y el piedemonte, con núcleos importantes en Antioquia (nordeste y oriente antioqueño), Boyacá, Caldas, el piedemonte de Meta,

Casanare y Putumayo, y en la franja del Caribe, particularmente en Atlántico, el norte de Bolívar y La Guajira. Este patrón se mantiene con diferencias menores entre escenarios: el número de municipios en categorías alta y muy alta pasa de 90 (SSP 1-2.6) a 76 (SSP 5-8.5).

En el periodo 2041-2060 se produce una reducción marcada de la amenaza en todos los escenarios. La categoría muy baja se expande, pasando de cerca del 1,3% en el periodo anterior a valores entre el 13,6% (SSP 1-2.6) y el 30,4% (SSP 5-8.5). Los municipios en categorías alta y muy alta descienden al 4,0% en SSP 1-2.6 y a apenas el 1,3% en SSP 5-8.5, contrayéndose la señal hacia los núcleos andinos y del piedemonte.

En el periodo 2061-2080 el comportamiento diverge según el escenario. En SSP 1-2.6 se observa un repunte de la categoría media (41,7%) y de las categorías alta y muy alta (8,1%), en tanto que en los escenarios de mayores emisiones la amenaza permanece contenida (2,1% en SSP 2-4.5, 1,3% en SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5).

En el periodo 2081-2100 se mantiene una amenaza generalmente moderada. En el SSP 1-2.6 predominan las categorías baja (58,0%) y muy baja (13,6%). En los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5 se observa un ligero incremento de la categoría media hacia final de siglo (13,9% y 20,1% respectivamente), sin que ello se traduzca en aumentos significativos de las categorías alta y muy alta.

A lo largo de todo el horizonte, un grupo de 65 municipios se mantiene con amenaza alta o muy alta en el periodo inmediato bajo los cuatro escenarios simultáneamente, identificándose como los territorios de mayor exposición agroclimática de corto plazo: municipios del oriente y Urabá antioqueños (Anorí, Argelia, Carepa, San Francisco, San Luis), del nororiente de Boyacá (Chiscas, Cubará, Mongua, San Luis de Gaceno), del oriente de Caldas (Marquetalia, Pensilvania, Samaná), del piedemonte de Meta y Cundinamarca (Cubarral, Guamal, San Juanito, Medina, Paratebueno, Ubalá), de Putumayo (Mocoa, Orito, San Miguel, Valle del Guamuez, Villagarzón), del Caribe (Barranquilla, Galapa, Juan de Acosta y Malambo en Atlántico; Cartagena de Indias, Santa Catalina y Turbaná en Bolívar; Albania, Maicao y Manaure en La Guajira) y del Pacífico nariñense (Barbacoas, Ricaurte). De este conjunto, diez municipios alcanzan la categoría muy alta bajo los cuatro escenarios en el periodo inmediato: San Francisco y San Luis (Antioquia), Cubará y San Luis de Gaceno (Boyacá), Samaná (Caldas), Medina (Cundinamarca), Manaure (La Guajira), Ricaurte (Nariño), Sabanalarga (Casanare) y Villagarzón (Putumayo).

A nivel nacional, y de manera consistente a lo largo de los cuatro escenarios y los cuatro periodos, la amenaza está compuesta principalmente por tres grupos: cultivos de fibra (algodón), frutales y estimulantes, especiados y aromáticos (café y cacao), que en conjunto explican cerca de la mitad de la contribución total, seguidos por forestales y leguminosas.

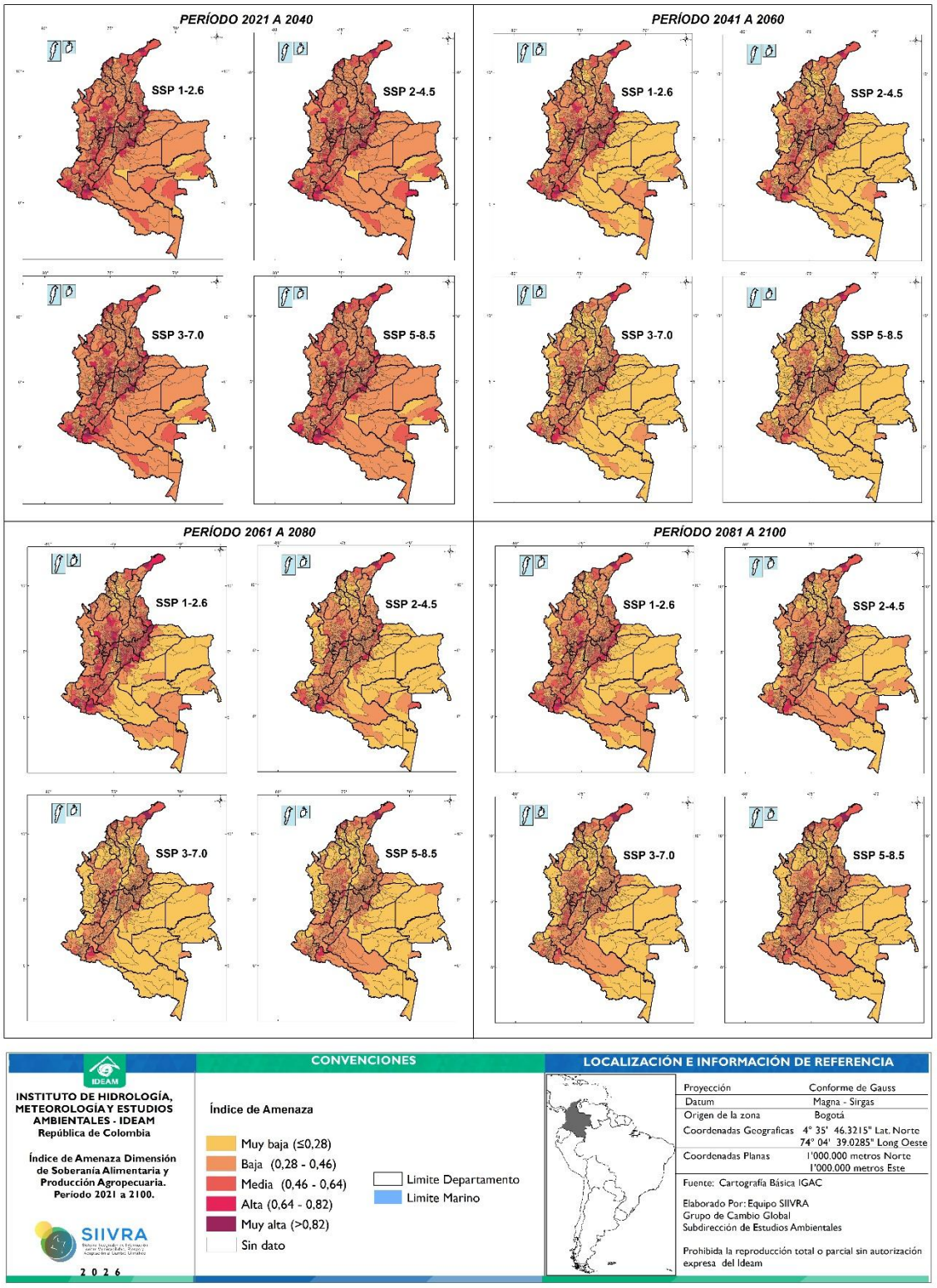


Figura 4-26. Índice de amenaza en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, según escenario SSP y periodo (2021–2100)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-23. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de amenaza según escenario SSP y periodo (dimensión Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria)

Escenario	Periodo	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%		
SSP 1-2.6	21-40	15	1,3	575	51,4	439	39,2	77	6,9	13	1,2
	41-60	152	13,6	639	57,1	283	25,3	37	3,3	8	0,7
	61-80	122	10,9	439	39,2	467	41,7	77	6,9	14	1,3
	81-100	152	13,6	649	58,0	279	24,9	32	2,9	7	0,6
SSP 2-4.5	21-40	15	1,3	678	60,6	348	31,1	67	6,0	11	1,0
	41-60	198	17,7	728	65,1	161	14,4	25	2,2	7	0,6
	61-80	197	17,6	765	68,4	133	11,9	22	2,0	2	0,2
	81-100	186	16,6	742	66,3	163	14,6	27	2,4	1	0,1
SSP 3-7.0	21-40	14	1,3	674	60,2	354	31,6	66	5,9	11	1,0
	41-60	276	24,7	720	64,3	103	9,2	19	1,7	1	0,1
	61-80	266	23,8	739	66,0	99	8,8	8	0,7	7	0,6
	81-100	242	21,6	712	63,6	155	13,9	3	0,3	7	0,6
SSP 5-8.5	21-40	15	1,3	696	62,2	332	29,7	64	5,7	12	1,1
	41-60	340	30,4	695	62,1	70	6,3	13	1,2	1	0,1
	61-80	266	23,8	717	64,1	122	10,9	7	0,6	7	0,6
	81-100	223	19,9	655	58,5	225	20,1	9	0,8	7	0,6

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la vulnerabilidad en esta dimensión, la mayor parte de los municipios del país se ubica en categorías altas a lo largo de los tres años de corte, aunque con una tendencia general de reducción entre 2015 y 2023. La vulnerabilidad identificada se debe a la interacción entre una sensibilidad decreciente y una capacidad de adaptación relativamente estable. La suma de las categorías alta y muy alta pasó del 59,1% en 2015 (527 y 136 municipios) al 48,8% en 2019 y al 48,0% en 2023 (441 y 97 municipios), mientras que la categoría media se amplió del 34,7% al 45,6%. La tendencia decreciente se confirma en el hecho de que 883 municipios redujeron su vulnerabilidad entre 2015 y 2019, y 823 lo hicieron entre 2019 y 2023.

Por su parte, la sensibilidad en el año 2015 mostró que el 58,6% de los municipios se encontraba en categorías alta y muy alta (526 y 131 municipios respectivamente), proporción que se redujo al 51,5% en 2019 y se mantuvo en el 51,0% en 2023, en tanto que la categoría media se amplió del 35,2% al 42,7%. Esta mejora es coherente con una disminución de la sensibilidad en 761 municipios entre 2015 y 2019. De acuerdo con las contribuciones de los indicadores, la sensibilidad de esta dimensión está determinada principalmente por el índice de pobreza multidimensional, el coeficiente de GINI de tierras (concentración de la propiedad rural), la aptitud de los cultivos y el porcentaje de Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) con dificultades en el uso del agua para las actividades agropecuarias; y, en menor medida, por la proporción de área con salinización y degradación de suelos por erosión. Los departamentos que

concentran de manera persistente municipios con sensibilidad alta y muy alta durante los tres años (557 municipios en total) son Cundinamarca, Antioquia, Boyacá, Nariño, Santander, Tolima, Córdoba, Bolívar, Valle del Cauca y Cauca.

El componente de capacidad de adaptación presentó una dinámica mixta. En 2015, el 53,5% de los municipios se ubicaba en categorías alta y muy alta; esta proporción mejoró al 57,3% en 2019 (impulsada por 611 municipios que aumentaron su capacidad), para descender nuevamente al 54,5% en 2023, cuando 698 municipios redujeron su valor frente a 2019. De acuerdo con las contribuciones, la capacidad de adaptación está gobernada por la proporción de UPA que realizan actividades de conservación del suelo, el índice de desempeño integral municipal, la proporción de personas naturales mujeres que toman decisiones sobre las actividades de la UPA, la asociatividad de los productores (proporción de productores que no pertenecen a ninguna asociación) y la inversión agropecuaria. Persisten con capacidad de adaptación baja y muy baja durante los tres años 73 municipios, concentrados especialmente en Bolívar (19), Atlántico (11) y Magdalena (10).

A pesar de esta mejora agregada, la vulnerabilidad alta y muy alta mantiene una fuerte concentración geográfica. Al analizar los municipios que se mantienen en categorías alta y muy alta durante los tres años de corte (522 municipios), se identifica que La Guajira presenta la totalidad de sus municipios en esta condición, seguido por Sucre (96%), Córdoba (90%), Risaralda (86%), Magdalena (83%), Quindío (83%), Cesar (72%), Nariño (72%), Valle del Cauca (62%), Tolima (62%), Cauca (60%), Bolívar (59%), Atlántico (52%) y Huila (51%). En términos absolutos, los departamentos con mayor número de municipios persistentemente vulnerables son Cundinamarca (52), Antioquia (47), Nariño (46), Boyacá (42), Santander (31) y Tolima (29). Este patrón confirma que la región Caribe (La Guajira, Sucre, Córdoba, Magdalena, Cesar, Atlántico y norte de Bolívar) constituye el núcleo persistente de mayor vulnerabilidad de la producción agropecuaria, al que se suman departamentos del Eje Cafetero (Risaralda, Quindío) y de la región Andina y Pacífica (Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Tolima, Huila).

Un subconjunto de 90 municipios mantiene la categoría muy alta de vulnerabilidad durante los tres años, entre los que se destacan Albania, Hatonuevo y Manaure (La Guajira); Algarrobo, Ariguaní, Concordia, El Piñón y Guamal (Magdalena); Chimá, Chinú, Momil, Puerto Escondido y Purísima de la Concepción (Córdoba); Buenavista, Corozal, El Roble, Guaranda y Los Palmitos (Sucre); Galapa, Luruaco, Ponedera y Sabanalarga (Atlántico); Calamar, Clemencia, El Guamo y Santa Catalina (Bolívar); Bosconia y Gamarra (Cesar); Balboa, Belén de Umbría y Marsella (Risaralda); Padilla, Puerto Tejada y Villa Rica (Cauca); El Peñol, Imués, La Unión, Leiva y Taminango (Nariño); Andalucía, Bugalagrande, Candelaria y Zarzal (Valle del Cauca); Ambalema, Armero, Coello, Coyaima, Guamo y Honda (Tolima); Agua de Dios, Apulo, Tocaima y Útica (Cundinamarca); Aratoca, Cepitá, Curití, Jordán y Los Santos (Santander); y La Pintada, Necoclí, Olaya y San Juan de Urabá (Antioquia) (Tabla 4-24).

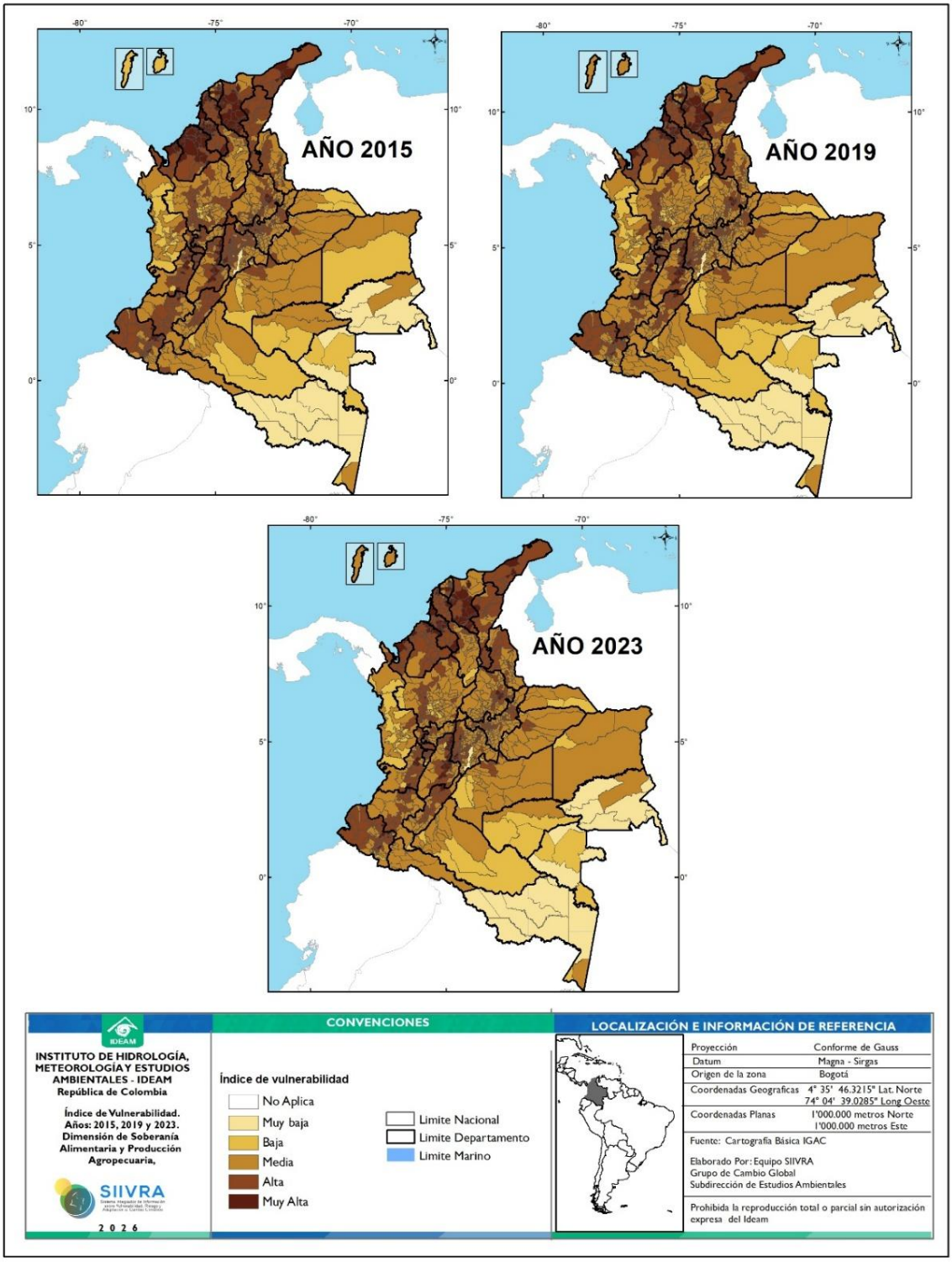


Figura 4-27. Índice de vulnerabilidad en la dimensión de soberanía alimentaria y producción agropecuaria, años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

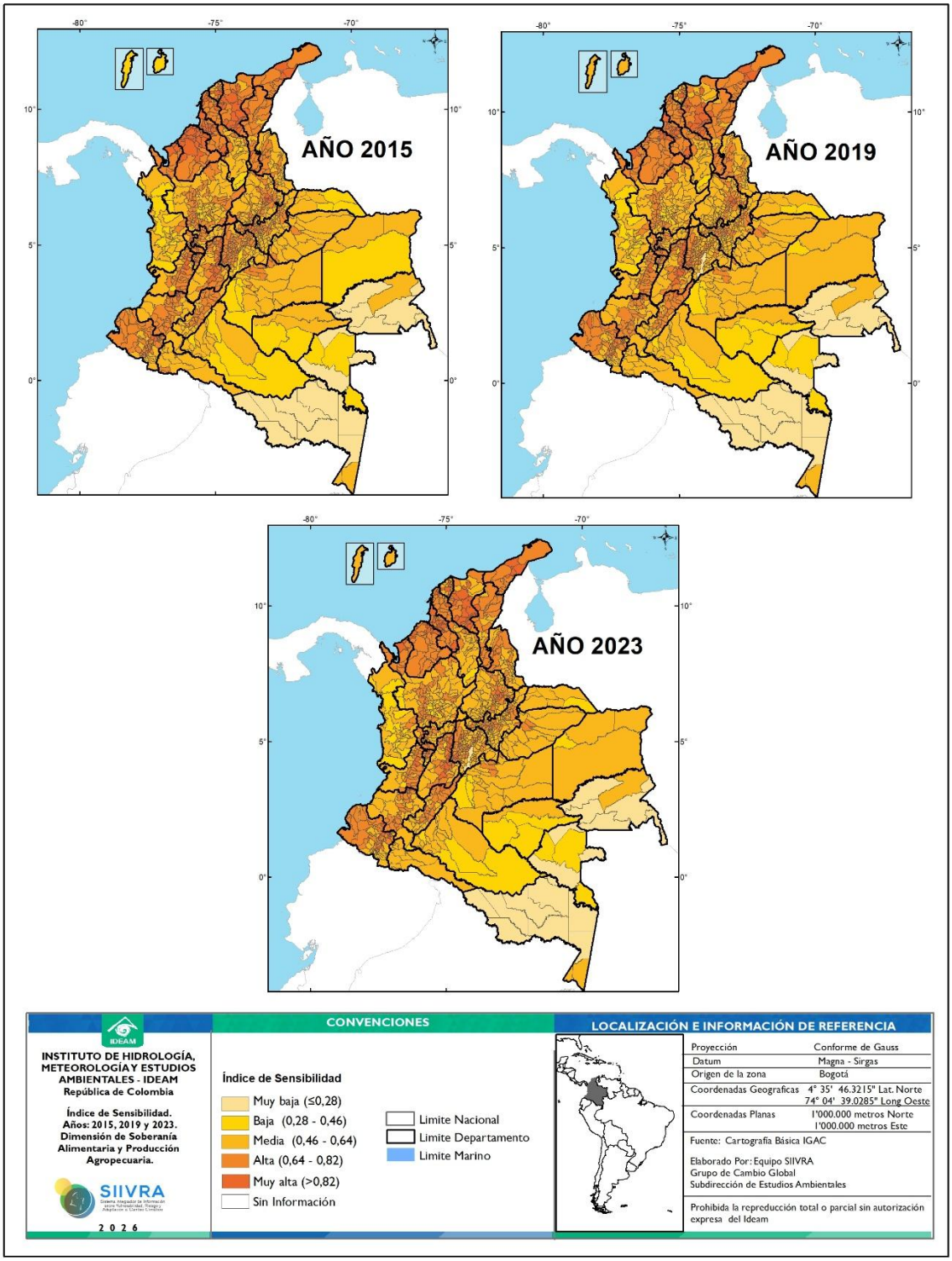


Figura 4-28. Índice de sensibilidad en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

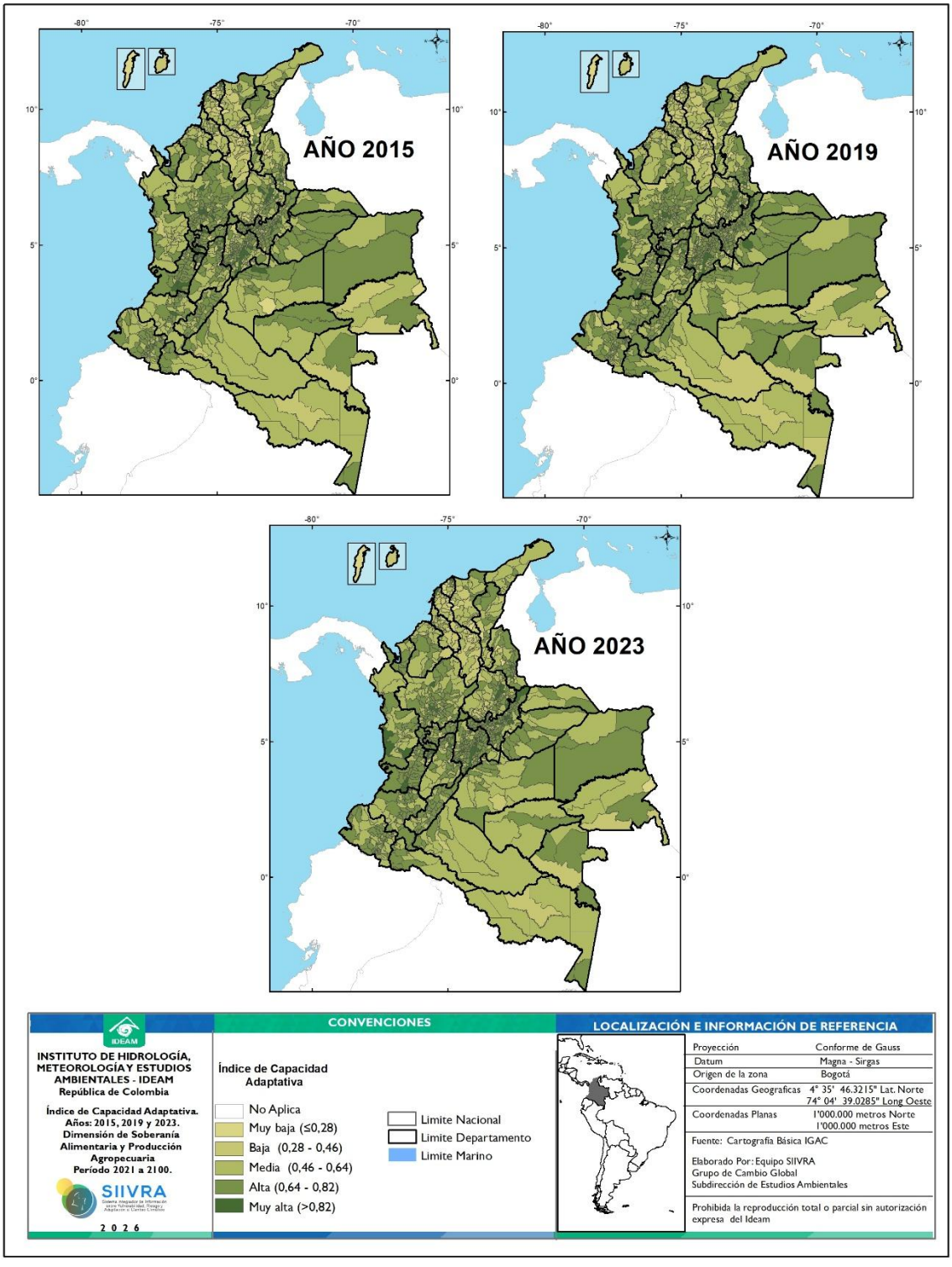


Figura 4-29. Índice de capacidad adaptativa en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-24. Síntesis de porcentaje y número de municipios en las categorías de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad según año de corte (dimensión SAPA)

Componente / Variable	Año	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sensibilidad	2015	19	1,69	51	4,55	394	35,15	526	46,92	131	11,69
	2019	21	1,87	51	4,55	472	42,11	476	42,46	101	9,01
	2023	21	1,87	49	4,37	479	42,73	470	41,93	102	9,10
Capacidad de Adaptación	2015	26	2,32	76	6,78	419	37,38	532	47,46	68	6,07
	2019	16	1,43	75	6,69	388	34,61	583	52,01	59	5,26
	2023	23	2,05	81	7,23	406	36,22	548	48,88	63	5,62
Vulnerabilidad	2015	20	1,78	49	4,37	389	34,70	527	47,01	136	12,13
	2019	21	1,87	51	4,55	502	44,78	447	39,88	100	8,92
	2023	21	1,87	51	4,55	511	45,58	441	39,34	97	8,65

Fuente: Elaboración propia

El riesgo por cambio climático en la dimensión de SAPA resulta de la interacción entre la amenaza (cambio en la aptitud agroclimática) y la vulnerabilidad del sistema socioecológico (sensibilidad y capacidad de adaptación). En general, se observa una concentración de municipios en riesgo alto y muy alto en la región Caribe, el Eje Cafetero, la región Andina y parte del Pacífico, en los diferentes periodos y escenarios SSP. El análisis se realizó sobre 1.119 municipios; San Andrés y Providencia aparecen como "No aplica".

Al igual que en el componente de amenaza, el riesgo presenta su máxima intensidad en el periodo inmediato (2021-2040), cuando la suma de las categorías alta y muy alta alcanza en promedio el 45,7% de los municipios en 2023 (y hasta el 51,3% con la vulnerabilidad de referencia de 2015). Posteriormente, el riesgo se modera en el periodo 2041-2060, presenta un repunte en 2061-2080 (especialmente en el escenario SSP 1-2.6, donde vuelve a superar el 47% de municipios en categoría alta) y desciende ligeramente hacia 2081-2100. Este comportamiento oscilante responde a la dinámica no monotónica de la amenaza, en tanto que la vulnerabilidad, elevada y decreciente, mantiene el nivel general del riesgo.

En cuanto a la comparación entre años de referencia (2015, 2019 y 2023), se identifica una reducción moderada del riesgo asociada al mejoramiento de las condiciones socioecológicas: la proporción de municipios en categorías alta y muy alta en el periodo inmediato descendió del 51,3% (2015) al 45,6% (2019) y 45,7% (2023), y el valor medio nacional del índice se redujo levemente entre los tres cortes. Esta señal es coherente con la disminución de la vulnerabilidad observada en la dimensión.

Con respecto a los escenarios, en el periodo inmediato el riesgo es similar entre ellos (categorías alta y muy alta entre el 41% y el 51%), mientras que en el mediano y largo plazo los escenarios de mayores emisiones (SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5) presentan un menor porcentaje de municipios en riesgo alto que el escenario de sostenibilidad (SSP 1-2.6), reflejando el comportamiento de la amenaza descrito previamente.

Al analizar los municipios que se mantienen en categorías de riesgo alto y muy alto durante los tres años de corte (502 municipios en el escenario SSP 2-4.5, periodo inmediato), se confirma la concentración en la región Caribe: La Guajira presenta la totalidad de sus municipios en esta condición, seguido por Córdoba (93%), Magdalena (87%), Sucre (81%), Atlántico (70%) y Cesar (68%). A esta región se suman departamentos del Eje Cafetero (Risaralda 71%, Quindío 58%, Caldas 52%) y de la vertiente andino-pacífica del suroccidente (Nariño 62%, Cauca 62%, Valle del Cauca 60% y Tolima 60%). En términos absolutos, los departamentos con mayor número de municipios en riesgo persistentemente alto son Antioquia (58), Boyacá (46), Nariño (40), Cundinamarca (33) y Santander (31).

Un subconjunto de 23 municipios se mantiene en la categoría de riesgo muy alto en el periodo inmediato bajo los cuatro escenarios y los tres años de corte simultáneamente, lo que los identifica como los territorios prioritarios para la adaptación de la producción agropecuaria: San Juan de Urabá (Antioquia); Baranoa, Galapa, Luruaco, Ponedera y Puerto Colombia (Atlántico); Clemencia, Santa Catalina y Santa Rosa (Bolívar); Padilla (Cauca); Purísima de la Concepción y San Antero (Córdoba); Quebradanegra y Útica (Cundinamarca); Albania, Hatonuevo, Maicao y Manaure (La Guajira); Algarrobo y Zona Bananera (Magdalena); Palmito (Sucre); y Andalucía y Candelaria (Valle del Cauca).

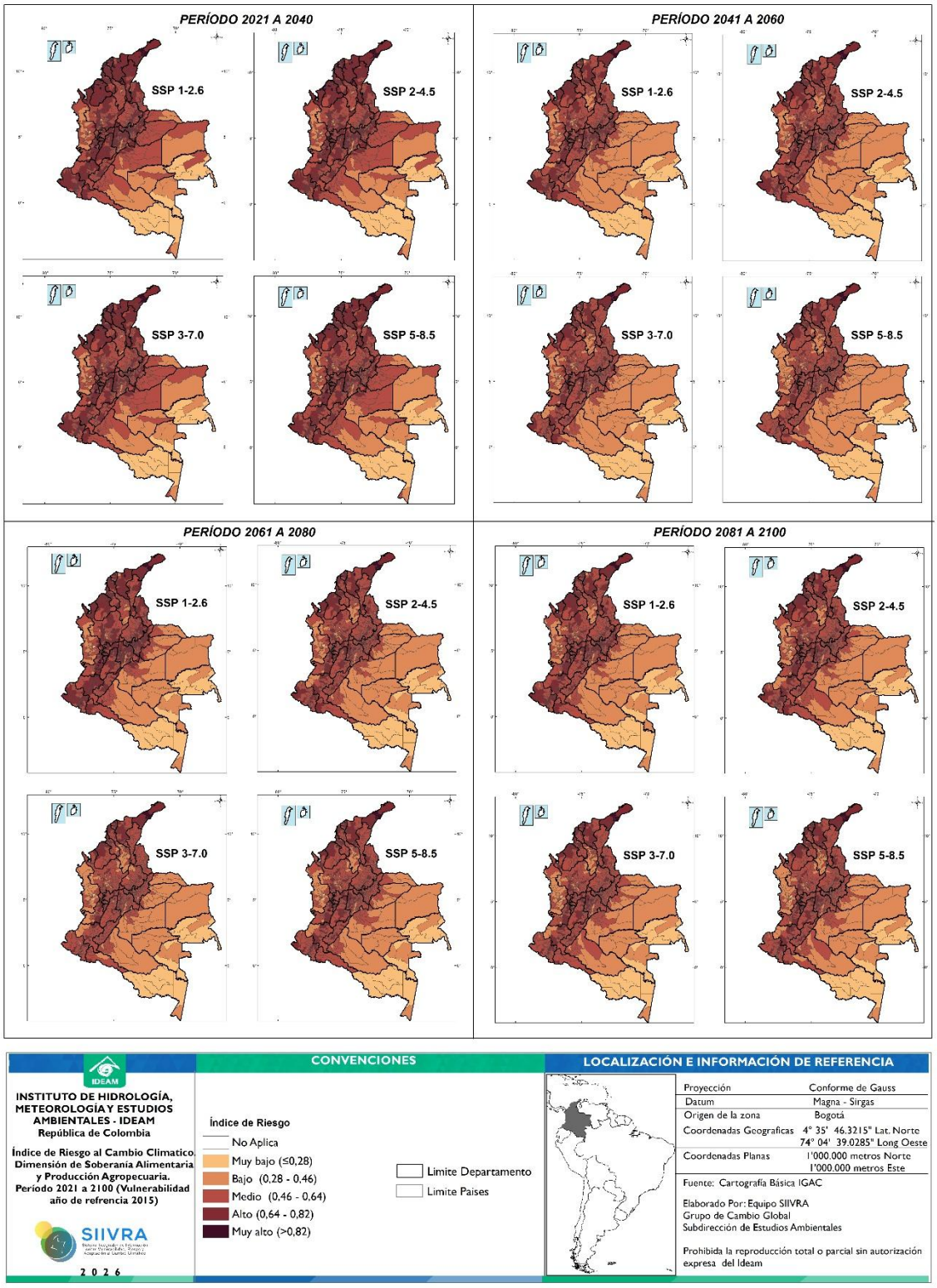


Figura 4-30. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2015)

Fuente: Elaboración propia

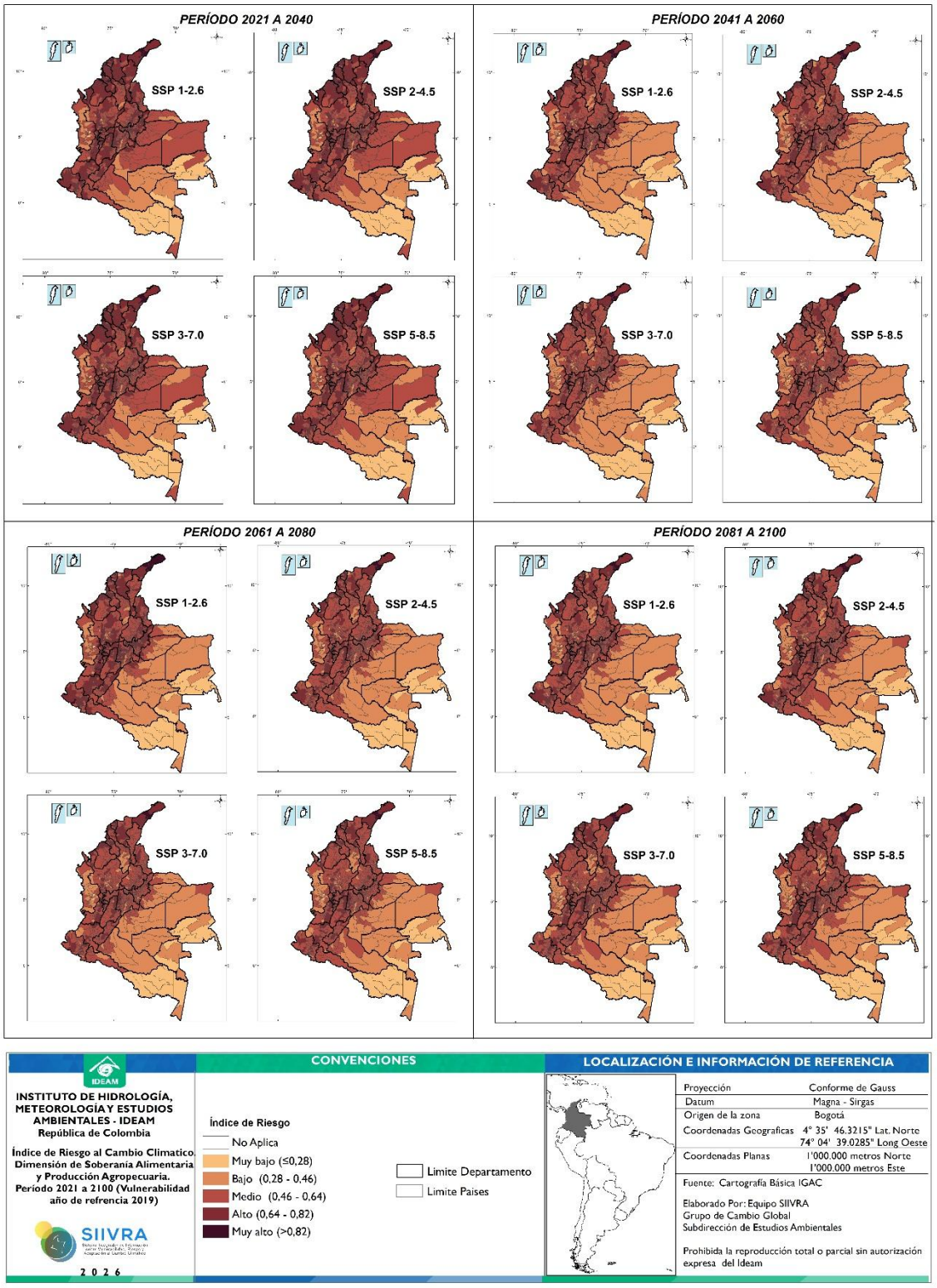


Figura 4-31. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2019)

Fuente: Elaboración propia

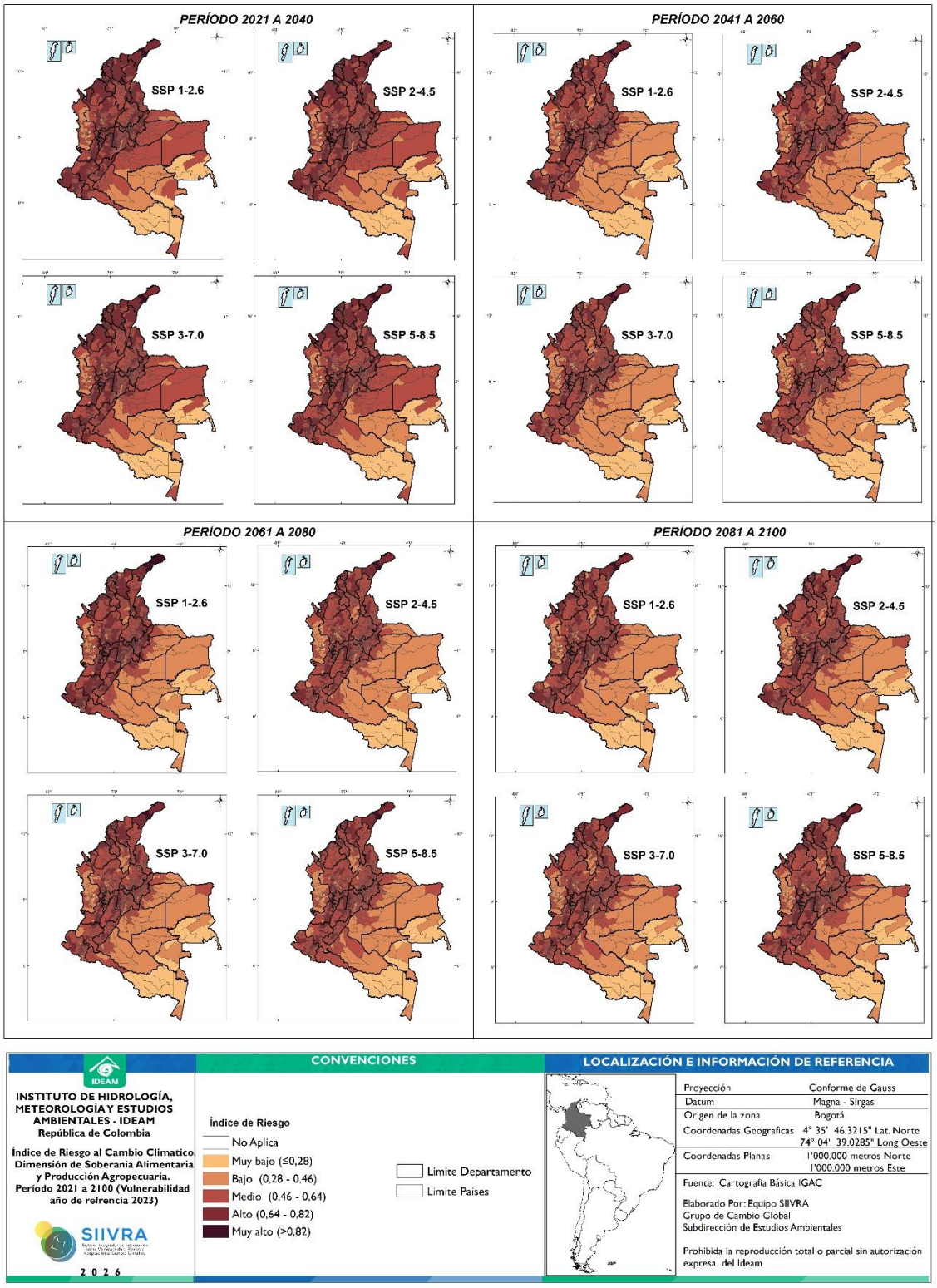


Figura 4-32. Índice de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2023)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-25. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2015 (dimensión SAPA)

Escenario	Periodo	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	19	1,7	40	3,6	427	38,2	586	52,4	47	4,2
	41-60	19	1,7	85	7,6	603	53,9	403	36,0	9	0,8
	61-80	19	1,7	67	6,0	410	36,6	602	53,8	21	1,9
	81-100	19	1,7	86	7,7	605	54,1	400	35,7	9	0,8
SSP 2-4.5	21-40	19	1,7	41	3,7	456	40,8	555	49,6	48	4,3
	41-60	20	1,8	89	8,0	672	60,1	324	29,0	14	1,3
	61-80	20	1,8	94	8,4	674	60,2	320	28,6	11	1,0
	81-100	21	1,9	85	7,6	643	57,5	354	31,6	16	1,4
SSP 3-7.0	21-40	19	1,7	44	3,9	520	46,5	494	44,1	42	3,8
	41-60	20	1,8	103	9,2	705	63,0	283	25,3	8	0,7
	61-80	21	1,9	125	11,2	764	68,3	201	18,0	8	0,7
	81-100	21	1,9	97	8,7	690	61,7	301	26,9	10	0,9
SSP 5-8.5	21-40	19	1,7	47	4,2	528	47,2	484	43,3	41	3,7
	41-60	21	1,9	109	9,7	765	68,4	214	19,1	10	0,9
	61-80	21	1,9	95	8,5	695	62,1	297	26,5	11	1,0
	81-100	21	1,9	102	9,1	682	60,9	305	27,3	9	0,8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-26. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2019 (dimensión SAPA)

Escenario	Periodo	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	20	1,8	37	3,3	490	43,8	539	48,2	33	2,9
	41-60	21	1,9	89	8,0	655	58,5	346	30,9	8	0,7
	61-80	19	1,7	69	6,2	484	43,3	529	47,3	18	1,6
	81-100	21	1,9	89	8,0	662	59,2	338	30,2	9	0,8
SSP 2-4.5	21-40	20	1,8	41	3,7	522	46,6	502	44,9	34	3,0
	41-60	21	1,9	94	8,4	710	63,4	284	25,4	10	0,9
	61-80	21	1,9	90	8,0	720	64,3	280	25,0	8	0,7
	81-100	21	1,9	84	7,5	700	62,6	303	27,1	11	1,0
SSP 3-7.0	21-40	20	1,8	45	4,0	583	52,1	440	39,3	31	2,8
	41-60	21	1,9	111	9,9	744	66,5	235	21,0	8	0,7
	61-80	21	1,9	112	10,0	725	64,8	252	22,5	9	0,8
	81-100	21	1,9	100	8,9	715	63,9	275	24,6	8	0,7
SSP 5-8.5	21-40	20	1,8	47	4,2	590	52,7	433	38,7	29	2,6
	41-60	21	1,9	119	10,6	781	69,8	190	17,0	8	0,7
	61-80	21	1,9	100	8,9	729	65,1	261	23,3	8	0,7
	81-100	20	1,8	88	7,9	677	60,5	324	29,0	10	0,9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-27. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2023 (dimensión SAPA)

Escenario	Periodo	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	20	1,8	34	3,0	495	44,2	536	47,9	34	3,0
	41-60	21	1,9	87	7,8	654	58,4	349	31,2	8	0,7
	61-80	19	1,7	70	6,3	477	42,6	534	47,7	19	1,7
	81-100	21	1,9	85	7,6	662	59,2	343	30,7	8	0,7
SSP 2-4.5	21-40	20	1,8	37	3,3	529	47,3	498	44,5	35	3,1
	41-60	21	1,9	91	8,1	705	63,0	291	26,0	11	1,0
	61-80	21	1,9	88	7,9	722	64,5	279	24,9	9	0,8
	81-100	21	1,9	80	7,1	699	62,5	308	27,5	11	1,0
SSP 3-7.0	21-40	20	1,8	42	3,8	578	51,7	449	40,1	30	2,7
	41-60	21	1,9	105	9,4	746	66,7	239	21,4	8	0,7
	61-80	21	1,9	108	9,7	727	65,0	254	22,7	9	0,8
	81-100	21	1,9	92	8,2	706	63,1	291	26,0	9	0,8
SSP 5-8.5	21-40	20	1,8	44	3,9	591	52,8	435	38,9	29	2,6
	41-60	21	1,9	113	10,1	788	70,4	189	16,9	8	0,7
	61-80	21	1,9	96	8,6	733	65,5	261	23,3	8	0,7
	81-100	21	1,9	81	7,2	673	60,1	333	29,8	11	1,0

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3.3. Dimensión salud humana

En la dimensión de Salud Humana, la amenaza se distribuye principalmente entre las categorías muy baja y baja, con una fracción significativa de municipios en categoría media y núcleos localizados en categorías alta y muy alta. El componente de amenaza se construye a partir de cuatro indicadores asociados a las condiciones climáticas que favorecen la ocurrencia de eventos y enfermedades sensibles al clima, evaluados frente al clima de referencia. El análisis se realizó sobre la totalidad de los 1.121 municipios del país, sin registros faltantes.

En términos generales, se identifican tres rasgos distintivos. Primero, la amenaza alcanza su máxima intensidad en el periodo inmediato (2021-2040), particularmente en el escenario SSP 3-7.0, donde el 51,7% de los municipios se ubica en categorías media, alta y muy alta, y el 18,0% alcanza categorías alta y muy alta. Segundo, a diferencia de la dimensión SAPA, la amenaza aumenta de manera consistente con la severidad del escenario en el corto plazo: en el periodo 2021-2040 las categorías alta y muy alta pasan del 2,9% en SSP 1-2.6 al 6,2% en SSP 2-4.5, el 10,7% en SSP 5-8.5 y el 18,0% en SSP 3-7.0. Tercero, la amenaza tiende a atenuarse hacia el final del siglo en los escenarios de mayores emisiones, con un

desplazamiento geográfico del núcleo de amenaza que se describe más adelante.

En el periodo 2021-2040, la amenaza es la más alta de todo el horizonte. En el escenario SSP 3-7.0, 377 municipios (33,6%) se clasifican en categoría media, 176 (15,7%) en alta y 26 (2,3%) en muy alta. Las categorías más altas se concentran de manera marcada en la Amazonia y el piedemonte amazónico, donde el 63% de los municipios de Caquetá, Putumayo, Vaupés, Guainía y Vichada alcanza categorías alta y muy alta, así como en sectores del Caribe (Córdoba, Sucre, Magdalena), del bajo Cauca antioqueño y del Chocó. En este periodo, los departamentos con mayor proporción de municipios en categorías alta y muy alta son Caquetá (94%), Vaupés (83%), Guainía y Vichada (75%), Putumayo (69%), Sucre (58%), Quindío y Córdoba (50%) y Magdalena (43%). Los municipios que alcanzan categoría muy alta en este escenario incluyen Albania, Cartagena del Chairá, La Montañita y Milán (Caquetá), Orito, Puerto Asís y Puerto Guzmán (Putumayo), Chivolo y Nueva Granada (Magdalena), Cotorra y San Antero (Córdoba), Circasia y Filandia (Quindío), Carurú (Vaupés) y Vianí (Cundinamarca).

En el periodo 2041-2060 la amenaza se reduce en los escenarios extremos, pero se mantiene elevada en SSP 2-4.5, donde el 35,8% de los municipios permanece en categorías media o superiores con 67 municipios en categoría alta y 17 en muy alta. En la Amazonia, la proporción de municipios en categorías alta y muy alta desciende del 63% al 32% en SSP 3-7.0, en tanto que el Pacífico comienza a ganar participación.

En el periodo 2061-2080 continúa la moderación general. En SSP 5-8.5 la amenaza se contrae de forma pronunciada (solo el 6,4% de los municipios en categorías media o superiores), mientras que el escenario SSP 1-2.6 muestra un repunte relativo (22,3%), con 202 municipios en categoría media y 48 en categorías alta y muy alta. En este periodo se consolida el desplazamiento del núcleo de amenaza desde la Amazonia hacia la franja del Pacífico, visible en los mapas como una banda continua de categorías altas a lo largo del litoral chocoano y nariñense.

En el periodo 2081-2100 predominan las categorías muy baja y baja en todos los escenarios (entre el 82,7% y el 92,9% de los municipios). No obstante, persiste un núcleo de amenaza muy alta en el litoral Pacífico: en el escenario SSP 5-8.5, los 23 municipios en categoría muy alta corresponden en su totalidad a Chocó (Alto Baudó, Atrato, Bahía Solano, Bajo Baudó, entre otros), Nariño (Barbacoas, Francisco Pizarro, La Tola, Magüí, entre otros) y Cauca (Guapi y Timbiquí).

Este contraste temporal configura el hallazgo más relevante de la dimensión: mientras la Amazonia concentra la amenaza en el corto plazo y luego la reduce hasta desaparecer de las categorías altas hacia final de siglo (del 65% al 0% de sus municipios en SSP 5-8.5), el Pacífico presenta una trayectoria inversa, incrementando de forma sostenida su participación (del 9% al 21% en el mismo

escenario). Se trata, por tanto, de una redistribución geográfica de la amenaza más que de una reducción homogénea.

Un grupo reducido de 7 municipios se mantiene con amenaza alta o muy alta en el periodo inmediato bajo los cuatro escenarios simultáneamente, lo que los identifica como los territorios de mayor exposición climática para la salud humana en el corto plazo: Nechí y Zaragoza (Antioquia), Medio Baudó y Río Quito (Chocó), Chivolo y Nueva Granada (Magdalena) y Buenaventura (Valle del Cauca). Ningún municipio alcanza la categoría muy alta bajo los cuatro escenarios de manera simultánea.

Tabla 4-28. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de amenaza según escenario SSP y periodo (dimensión Salud Humana)

Escenario	Periodo	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	374	33,4	548	48,9	166	14,8	28	2,5	5	0,4
	41-60	450	40,1	573	51,1	65	5,8	24	2,1	9	0,8
	61-80	265	23,6	606	54,1	202	18,0	32	2,9	16	1,4
	81-100	492	43,9	436	38,9	153	13,6	28	2,5	12	1,1
SSP 2-4.5	21-40	289	25,8	462	41,2	301	26,9	67	6,0	2	0,2
	41-60	255	22,7	465	41,5	317	28,3	67	6,0	17	1,5
	61-80	222	19,8	567	50,6	263	23,5	54	4,8	15	1,3
	81-100	414	36,9	609	54,3	61	5,4	34	3,0	3	0,3
SSP 3-7.0	21-40	205	18,3	337	30,1	377	33,6	176	15,7	26	2,3
	41-60	232	20,7	543	48,4	287	25,6	45	4,0	14	1,2
	61-80	306	27,3	578	51,6	198	17,7	29	2,6	10	0,9
	81-100	525	46,8	520	46,4	41	3,7	24	2,1	11	1,0
SSP 5-8.5	21-40	246	21,9	438	39,1	317	28,3	91	8,1	29	2,6
	41-60	234	20,9	589	52,5	244	21,8	36	3,2	18	1,6
	61-80	453	40,4	596	53,2	35	3,1	26	2,3	11	1,0
	81-100	653	58,3	388	34,6	40	3,6	17	1,5	23	2,1

Fuente: Elaboración propia

En la dimensión de Salud Humana, a diferencia de lo observado en Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, la vulnerabilidad se concentra de manera predominante en las categorías baja y muy baja, y presenta la reducción más pronunciada de las dimensiones analizadas a lo largo de los tres años de corte. El análisis se realizó sobre 1.121 municipios; en los años 2015 y 2019, el componente de capacidad de adaptación registra información para 1.102 municipios, dado que 19 municipios de Amazonas, Guainía, Vaupés y el Archipiélago de San Andrés no cuentan con los datos requeridos.

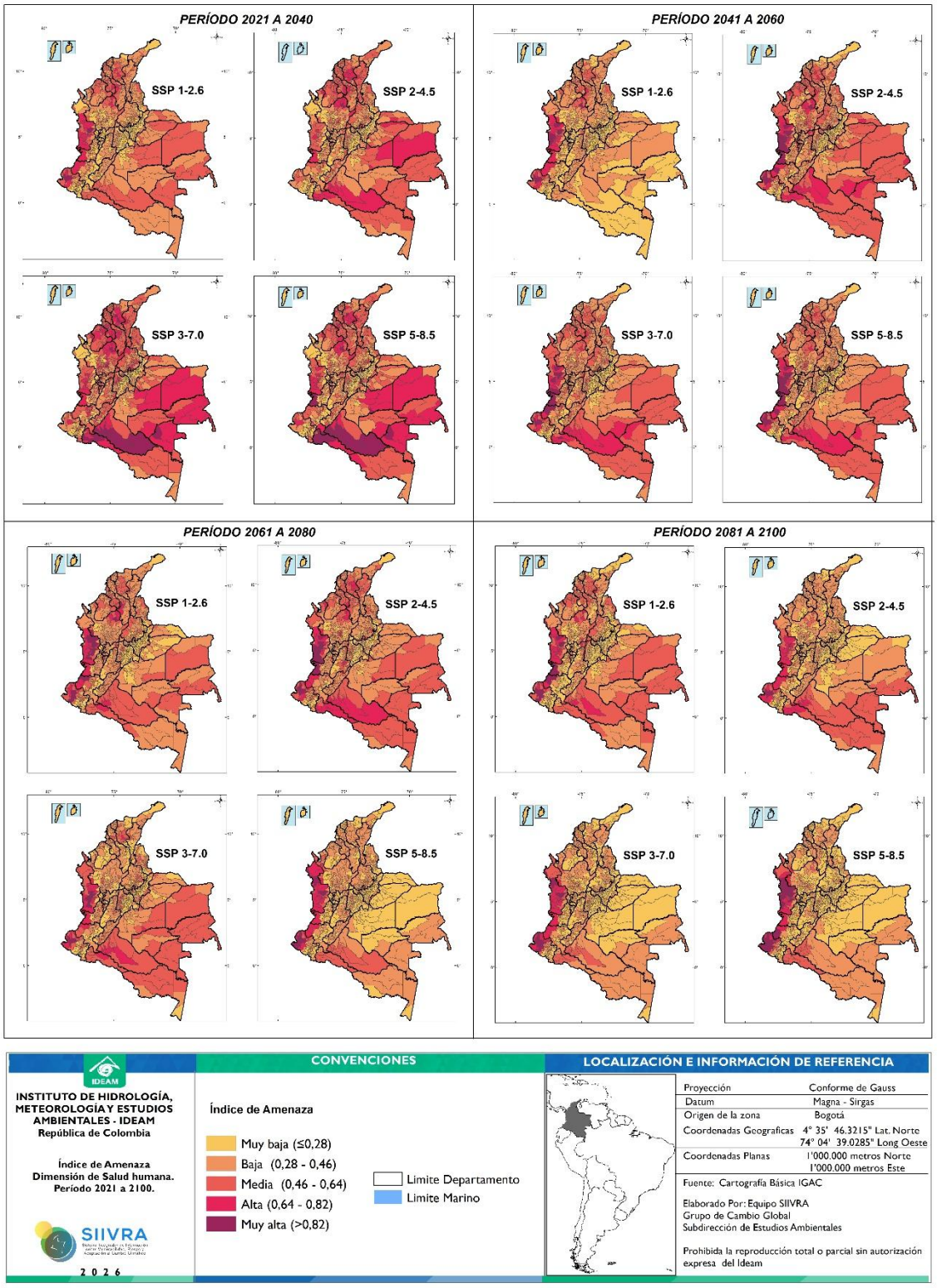


Figura 4-33. Índice de amenaza climático en la dimensión de salud humana, según escenario SSP y periodo (2021–2100)

Fuente: Elaboración propia

En el componente de sensibilidad, en el año 2015, el 45,2% de los municipios se ubicaba en categorías media, alta y muy alta (478, 29 y 9 municipios respectivamente), proporción que se redujo drásticamente al 13,3% en 2019 y al 9,0% en 2023. De forma correlativa, la categoría muy baja pasó del 6,5% (73 municipios) al 33,6% (377 municipios). Esta caída responde a una disminución generalizada de la sensibilidad en 1.028 municipios entre 2015 y 2019 y en 938 municipios adicionales entre 2019 y 2023. La sensibilidad de esta dimensión está determinada por las incidencias observadas de las enfermedades transmitidas por vectores (malaria, dengue, leishmaniasis y Chagas) y por el índice de pobreza multidimensional, de modo que la reducción refleja tanto el descenso en la carga de morbilidad por estos eventos como la mejora en las condiciones socioeconómicas de la población. Únicamente cuatro municipios se mantienen con sensibilidad alta o muy alta durante los tres años: Vigía del Fuerte (Antioquia), Bagadó (Chocó), Roberto Payán (Nariño) y Pueblo Rico (Risaralda).

La capacidad de adaptación presentó una mejora importante entre 2015 y 2019, seguida de un retroceso parcial. En 2015, el 85,0% de los municipios se concentraba en categorías muy baja y baja (45 y 892 municipios), con apenas el 1,4% en categorías alta y muy alta. Entre 2015 y 2019, 1.018 municipios incrementaron su capacidad, desplazando la distribución hacia la categoría media, que pasó del 13,6% al 61,0% (672 municipios). No obstante, entre 2019 y 2023 se registró un retroceso: 857 municipios redujeron su capacidad, de modo que la categoría media descendió al 39,1% y las categorías muy baja y baja volvieron a agrupar el 60,0% de los municipios. La capacidad de adaptación de esta dimensión se sustenta en la inversión municipal en enfermedades transmitidas por vectores (ETV) y en salud pública, así como en el índice de desempeño integral municipal y la importancia económica del municipio, por lo que este retroceso reciente sugiere una menor asignación de recursos sectoriales en el último periodo. Persisten con capacidad de adaptación baja y muy baja durante los tres años 316 municipios, concentrados en Boyacá (35), Nariño (34), Bolívar (28), Cundinamarca (27), Cauca (27), Santander (22), Norte de Santander (18) y Tolima (18).

En la vulnerabilidad, como resultado de la fuerte caída de la sensibilidad y de la mejora en la capacidad de adaptación frente a 2015, el componente presenta una reducción sostenida y de gran magnitud. La suma de las categorías media, alta y muy alta descendió del 44,9% en 2015 (466, 31 y 6 municipios) al 14,2% en 2019 y al 8,5% en 2023 (83, 10 y 2 municipios), en tanto que la categoría muy baja se amplió del 6,8% al 36,7%. El valor medio nacional del índice pasó de 0,443 en 2015 a 0,350 en 2019 y 0,319 en 2023. La tendencia es inequívoca: 1.023 municipios redujeron su vulnerabilidad entre 2015 y 2019, y 977 lo hicieron entre 2019 y 2023.

A pesar de esta mejora generalizada, la vulnerabilidad remanente presenta una concentración geográfica muy definida en el litoral Pacífico y la Amazonia. En 2023, de los 95 municipios que permanecen en categorías media, alta y muy alta, el Chocó aporta 18, seguido por Meta (9), Antioquia (8), Bolívar (8) y Nariño (8). En

términos de proporción departamental destacan Chocó (60%), Guaviare (50%), Vaupés (50%), Meta (31%), Vichada (25%) y Amazonas (18%). El caso del Chocó ilustra bien la dinámica general: en 2015, 14 de sus 30 municipios se encontraban en categorías alta y muy alta y ninguno en categoría baja; en 2023, solo 3 permanecen en esas categorías y 12 han descendido a categoría baja.

Un grupo reducido de cuatro municipios mantiene la categoría de vulnerabilidad alta o muy alta durante los tres años de corte, lo que los identifica como prioritarios para la focalización de medidas de adaptación en salud: Vigía del Fuerte (Antioquia), Bagadó (Chocó), Roberto Payán (Nariño) y Pueblo Rico (Risaralda). En 2023, los municipios en categorías alta y muy alta son doce: además de los cuatro anteriores, Tiquisio (Bolívar), Cubará y La Victoria (Boyacá), Medina (Cundinamarca), Lloró y Río Quito (Chocó), Santa Helena del Opón (Santander) y Miraflores (Guaviare).

Finalmente, al examinar los cambios entre 2015 y 2023, las mayores reducciones de vulnerabilidad se registraron en Marmato (Caldas), Córdoba (Quindío), Útica (Cundinamarca), Mogotes y Enciso (Santander) y Valle del Guamuez (Putumayo). En contraste, los incrementos más significativos se presentaron en Norosí (Bolívar), Tuchín y San José de Uré (Córdoba), Pueblo Rico (Risaralda), Miraflores (Guaviare), Cubará y La Victoria (Boyacá) y Agua de Dios (Cundinamarca) (Tabla 4-29).

Tabla 4-29. Síntesis de porcentaje y número de municipios en las categorías de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad según año de corte (dimensión Salud Humana)

Componente / Variable	Año	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sensibilidad	2015	73	6,51	532	47,46	478	42,64	29	2,59	9	0,80
	2019	320	28,55	652	58,16	128	11,42	19	1,69	2	0,18
	2023	377	33,63	643	57,36	89	7,94	10	0,89	2	0,18
Capacidad de Adaptación	2015	45	4,08	892	80,94	150	13,61	12	1,09	3	0,27
	2019	9	0,82	377	34,21	672	60,98	37	3,36	7	0,64
	2023	41	3,66	632	56,38	438	39,07	8	0,71	2	0,18
Vulnerabilidad	2015	76	6,78	542	48,35	466	41,57	31	2,77	6	0,54
	2019	313	27,92	649	57,89	137	12,22	21	1,87	1	0,09
	2023	411	36,66	615	54,86	83	7,40	10	0,89	2	0,18

Fuente: Elaboración propia

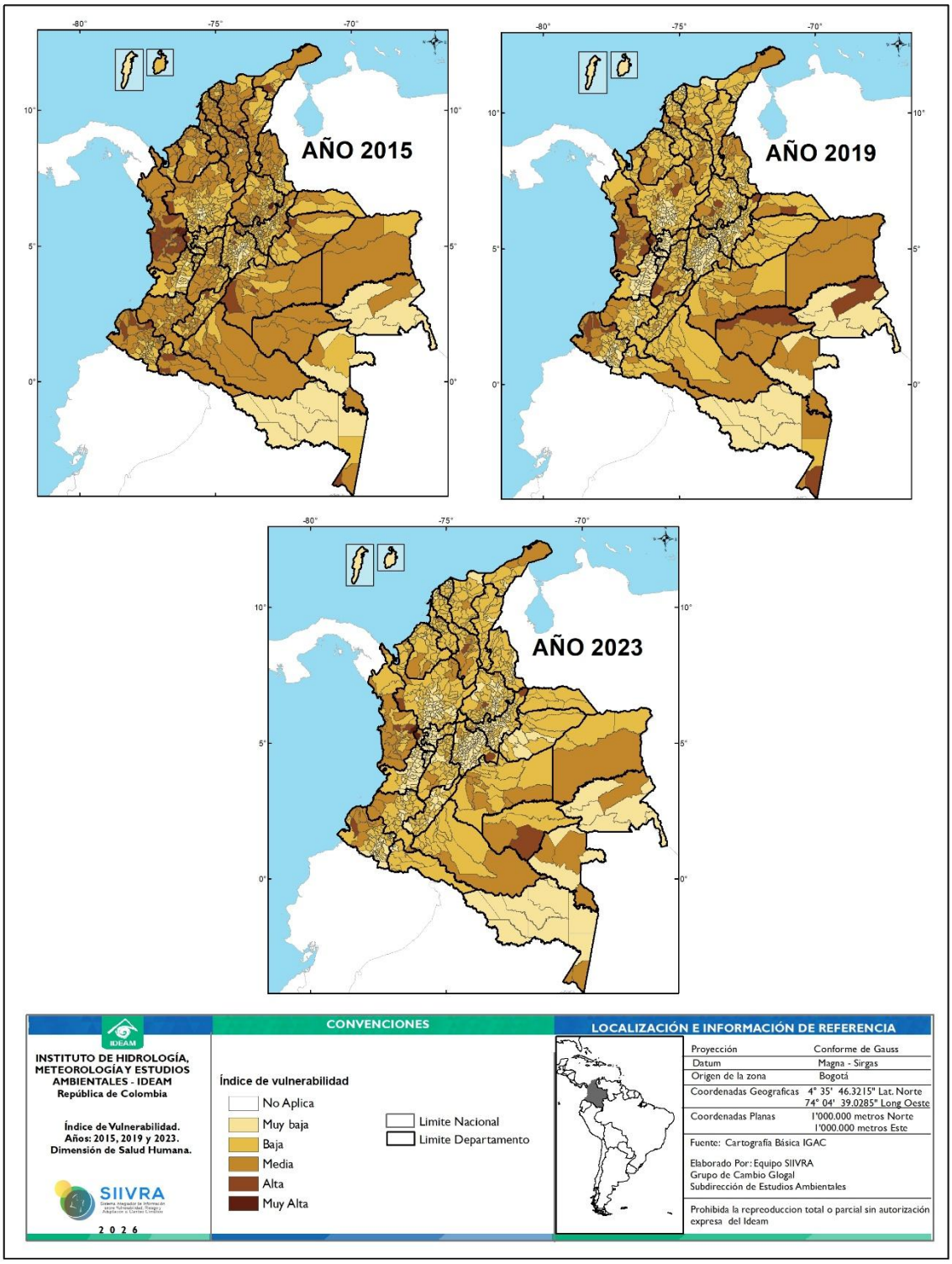


Figura 4-34. Índice de vulnerabilidad en la dimensión de salud humana, años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

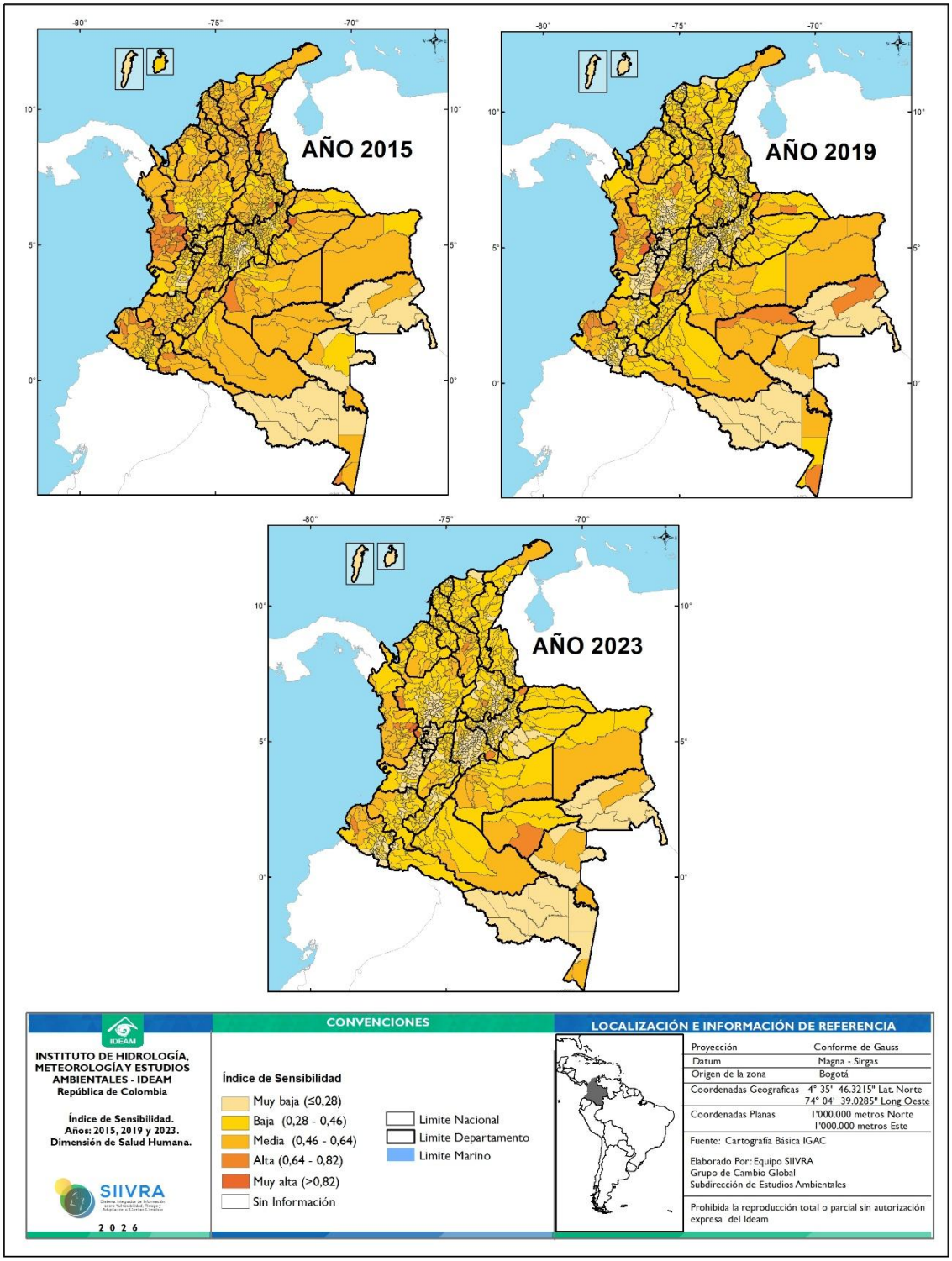


Figura 4-35. Índice de sensibilidad en la dimensión de salud humana, años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

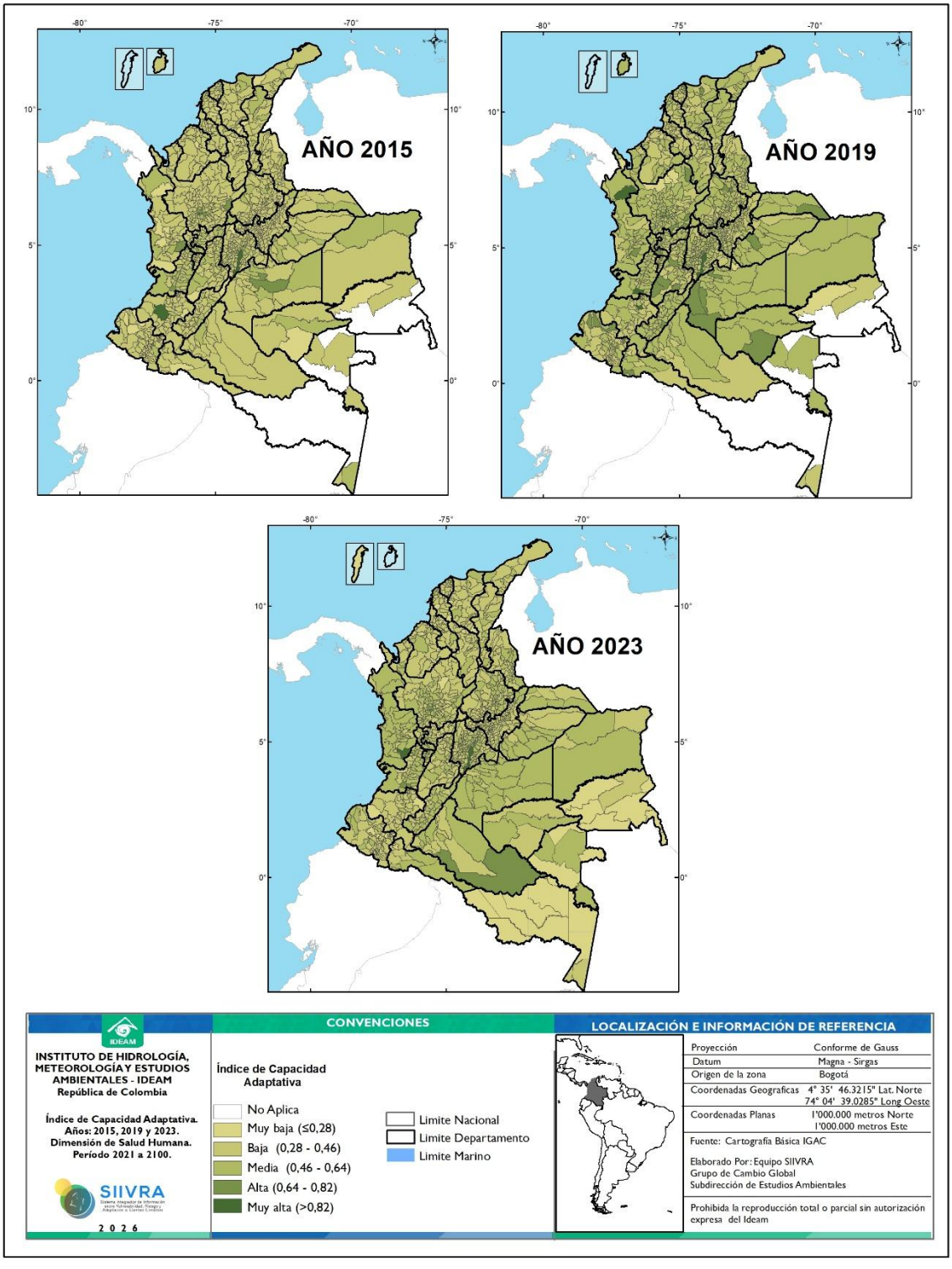


Figura 4-36. Índice de capacidad adaptativa en la dimensión de salud humana, años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

El riesgo por cambio climático en la dimensión de Salud Humana resulta de la interacción entre la amenaza (idoneidad climática proyectada para dengue, Chagas, leishmaniasis y malaria) y la vulnerabilidad del sistema socioecológico. A diferencia de la dimensión SAPA, donde el riesgo alto y muy alto llega a superar el 50% de los municipios, en Salud Humana el riesgo se concentra predominantemente en las categorías baja y media, con las categorías alta y muy alta oscilando entre el 3,1% y el 16,6% según el escenario, periodo y año de referencia. El análisis se realizó sobre la totalidad de los 1.121 municipios del país.

Al igual que en el componente de amenaza, el riesgo alcanza su máxima intensidad en el periodo inmediato (2021-2040) y presenta una relación directa con la severidad del escenario. Con la vulnerabilidad de referencia de 2015, la proporción de municipios en categorías media o superiores en el periodo inmediato asciende del 28,7% en SSP 1-2.6 al 58,3% en SSP 2-4.5, el 59,1% en SSP 5-8.5 y el 65,0% en SSP 3-7.0, escenario en el que 169 municipios (15,1%) alcanzan categoría alta y 17 (1,5%) categoría muy alta. En los periodos siguientes el riesgo se modera de forma sostenida: el porcentaje de municipios en categorías alta y muy alta desciende del 11,5% en el periodo inmediato al 3,4% en 2041-2060 y se mantiene alrededor del 3,3%-3,6% hasta final de siglo.

En cuanto a la comparación entre años de referencia, se identifica una reducción del riesgo entre 2015 y 2023 atribuible al mejoramiento de las condiciones de vulnerabilidad descrito previamente. El valor medio nacional del índice descendió de 0,427 en 2015 a 0,390 en 2019 y 0,384 en 2023, y la proporción de municipios en categorías alta y muy alta en el periodo inmediato se redujo del 11,5% (2015) al 8,0% (2019) y al 6,2% (2023). Esta reducción es particularmente notoria en el escenario SSP 3-7.0, donde los municipios en categorías media o superiores en el corto plazo pasaron del 65,0% al 31,2%.

No obstante, conviene señalar un matiz relevante: mientras el riesgo de corto plazo disminuye, el riesgo de mediano y largo plazo aumenta ligeramente entre los años de referencia. Con la vulnerabilidad de 2015, las categorías alta y muy alta representaban el 3,4% de los municipios en 2041-2060; con la de 2023, alcanzan el 5,1%. Este comportamiento refleja que la mejora de las condiciones socioeconómicas atenúa el riesgo inmediato, pero no compensa la señal de amenaza climática proyectada para las décadas centrales y finales del siglo.

En términos espaciales, el riesgo alto y muy alto se concentra de manera persistente en el litoral Pacífico, la Amazonia y sectores del Caribe y el bajo Cauca. Al analizar los municipios que se mantienen en categorías alta y muy alta durante los tres años de corte (36 municipios en el escenario SSP 2-4.5, periodo inmediato), el Chocó aporta 10, seguido por Nariño (6), Antioquia (5), Bolívar (4), Magdalena (2) y Vaupés (2). Considerando el conjunto de municipios en categoría media o superior en el corto plazo (escenario SSP 3-7.0, año 2023), la concentración es aún más marcada: la totalidad de los municipios de Caquetá y

Guaviare, el 87% de Bolívar, el 83% de Chocó y Magdalena, el 77% de Sucre y Córdoba y el 75% de Vichada.

Un grupo de 13 municipios se mantiene en categorías de riesgo alto y muy alto en el periodo inmediato bajo los cuatro escenarios y los tres años de corte simultáneamente, lo que los identifica como los territorios prioritarios para la adaptación en salud: Alto Baudó, Atrato, Bagadó, Bajo Baudó, Lloró, Medio Atrato, Medio Baudó, Medio San Juan y Río Quito (Chocó); Magüí, Olaya Herrera y Roberto Payán (Nariño); y Vigía del Fuerte (Antioquia). La concentración de doce de estos trece municipios en la cuenca del Atrato-San Juan y el Pacífico nariñense confirma esta región como el núcleo crítico de la dimensión.

En el año 2023 y escenario SSP 2-4.5, los municipios en categoría de riesgo muy alto en el periodo inmediato son catorce: San Pedro de Urabá, Vigía del Fuerte y Zaragoza (Antioquia); Alto Baudó, Bagadó, Lloró y Río Quito (Chocó); Tiquisio (Bolívar); Cubará (Boyacá); Solano (Caquetá); Miraflores (Guaviare); Roberto Payán (Nariño); Pueblo Rico (Risaralda); y Mitú (Vaupés).

Tabla 4-30. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2015 (dimensión Salud Humana)

Escenario	Periodo	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	147	13,1	652	58,2	289	25,8	30	2,7	3	0,3
	41-60	122	10,9	689	61,5	275	24,5	32	2,9	3	0,3
	61-80	136	12,1	671	59,9	282	25,2	29	2,6	3	0,3
	81-100	153	13,6	656	58,5	279	24,9	30	2,7	3	0,3
SSP 2-4.5	21-40	91	8,1	377	33,6	509	45,4	131	11,7	13	1,2
	41-60	121	10,8	579	51,7	382	34,1	34	3,0	5	0,4
	61-80	89	7,9	574	51,2	409	36,5	37	3,3	12	1,1
	81-100	118	10,5	689	61,5	275	24,5	32	2,9	7	0,6
SSP 3-7.0	21-40	81	7,2	311	27,7	543	48,4	169	15,1	17	1,5
	41-60	106	9,5	582	51,9	395	35,2	32	2,9	6	0,5
	61-80	94	8,4	628	56,0	357	31,8	34	3,0	8	0,7
	81-100	112	10,0	790	70,5	180	16,1	33	2,9	6	0,5
SSP 5-8.5	21-40	91	8,1	367	32,7	512	45,7	133	11,9	18	1,6
	41-60	108	9,6	611	54,5	362	32,3	33	2,9	7	0,6
	61-80	113	10,1	776	69,2	193	17,2	33	2,9	6	0,5
	81-100	131	11,7	808	72,1	144	12,8	33	2,9	5	0,4

Fuente: Elaboración propia

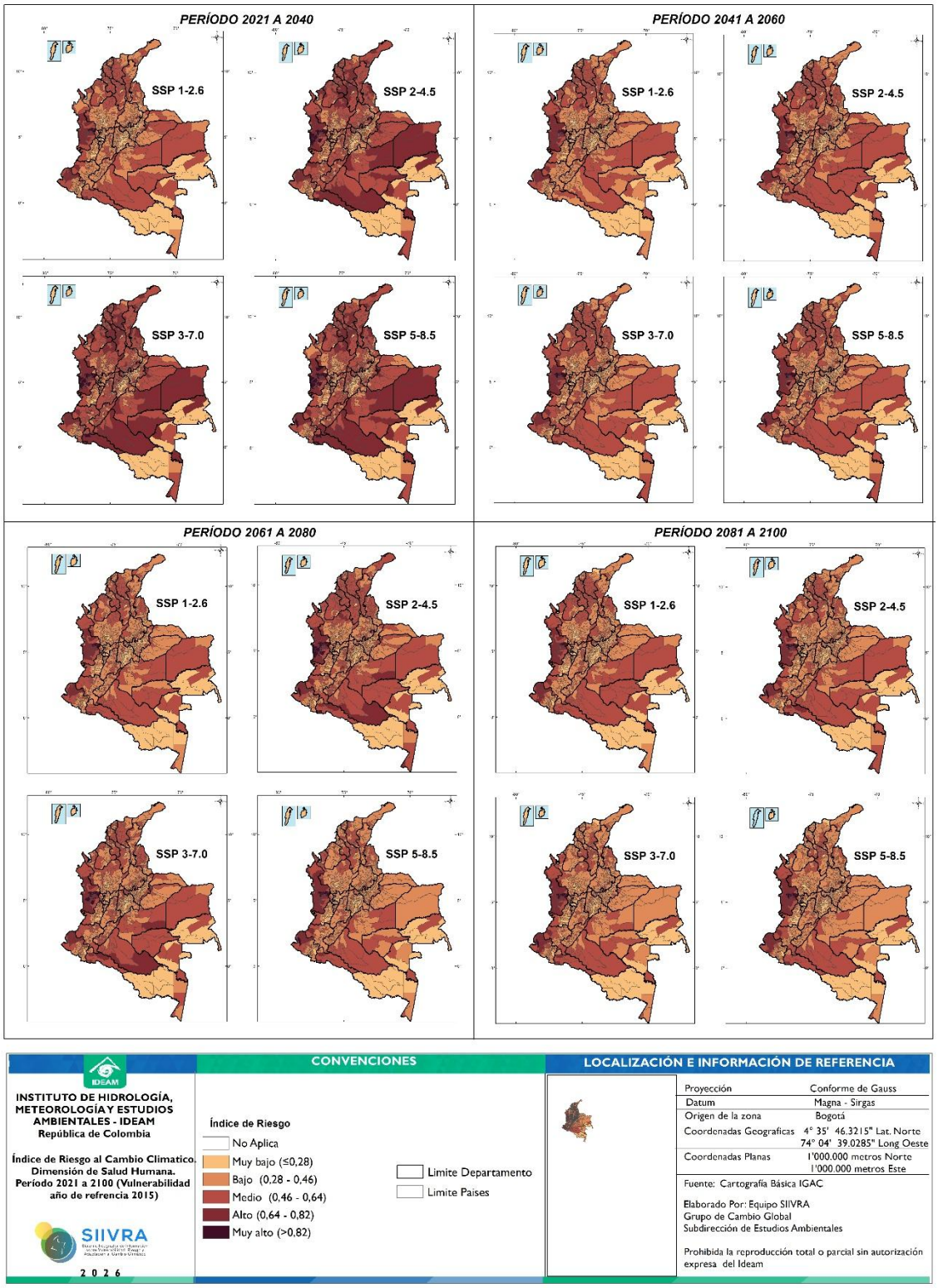


Figura 4-37. Índice de riesgo en la dimensión de salud humana, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2015)

Fuente: Elaboración propia

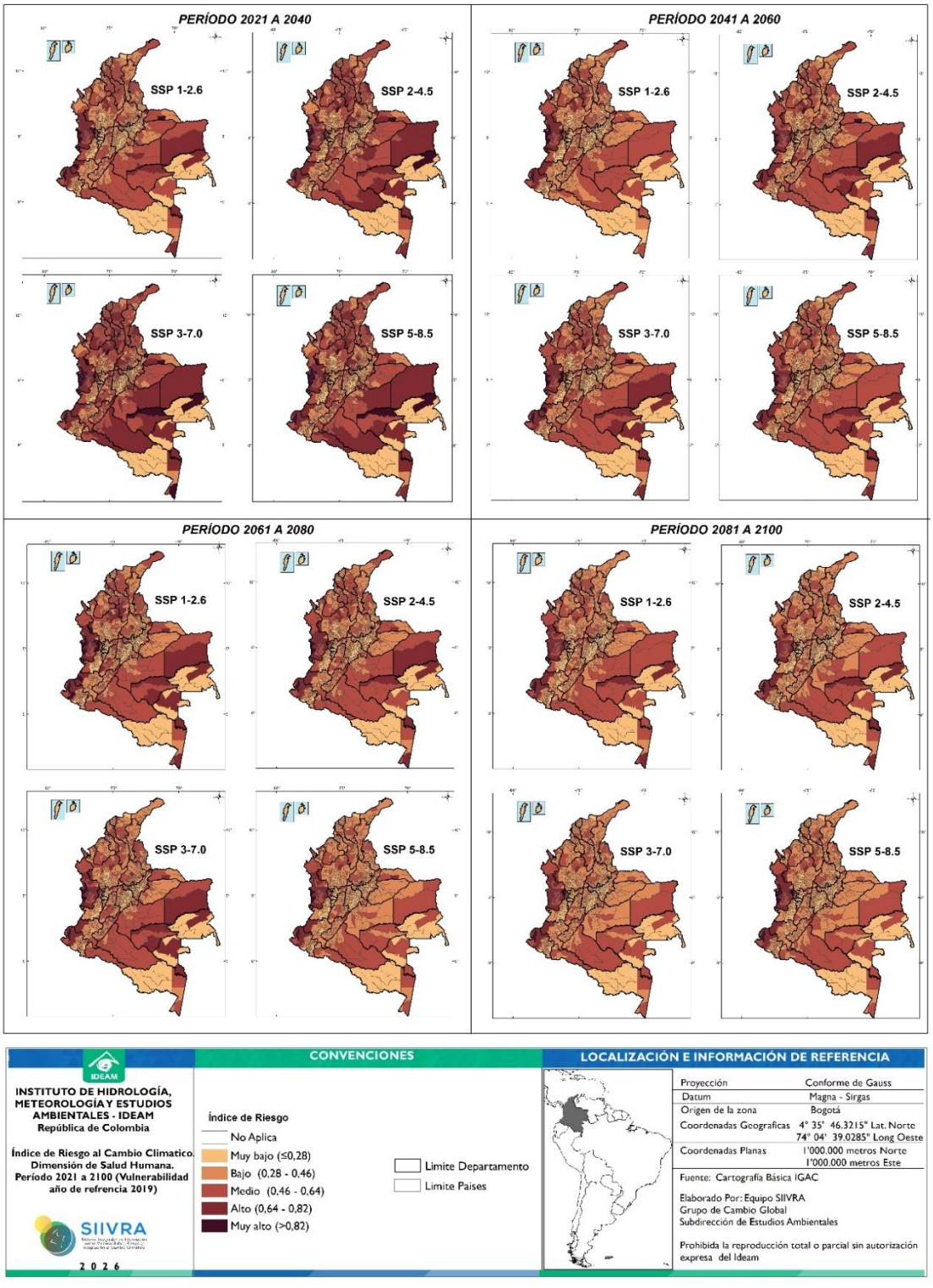


Figura 4-38. índice de riesgo en la dimensión de salud humana, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2019)

Fuente: Elaboración propia

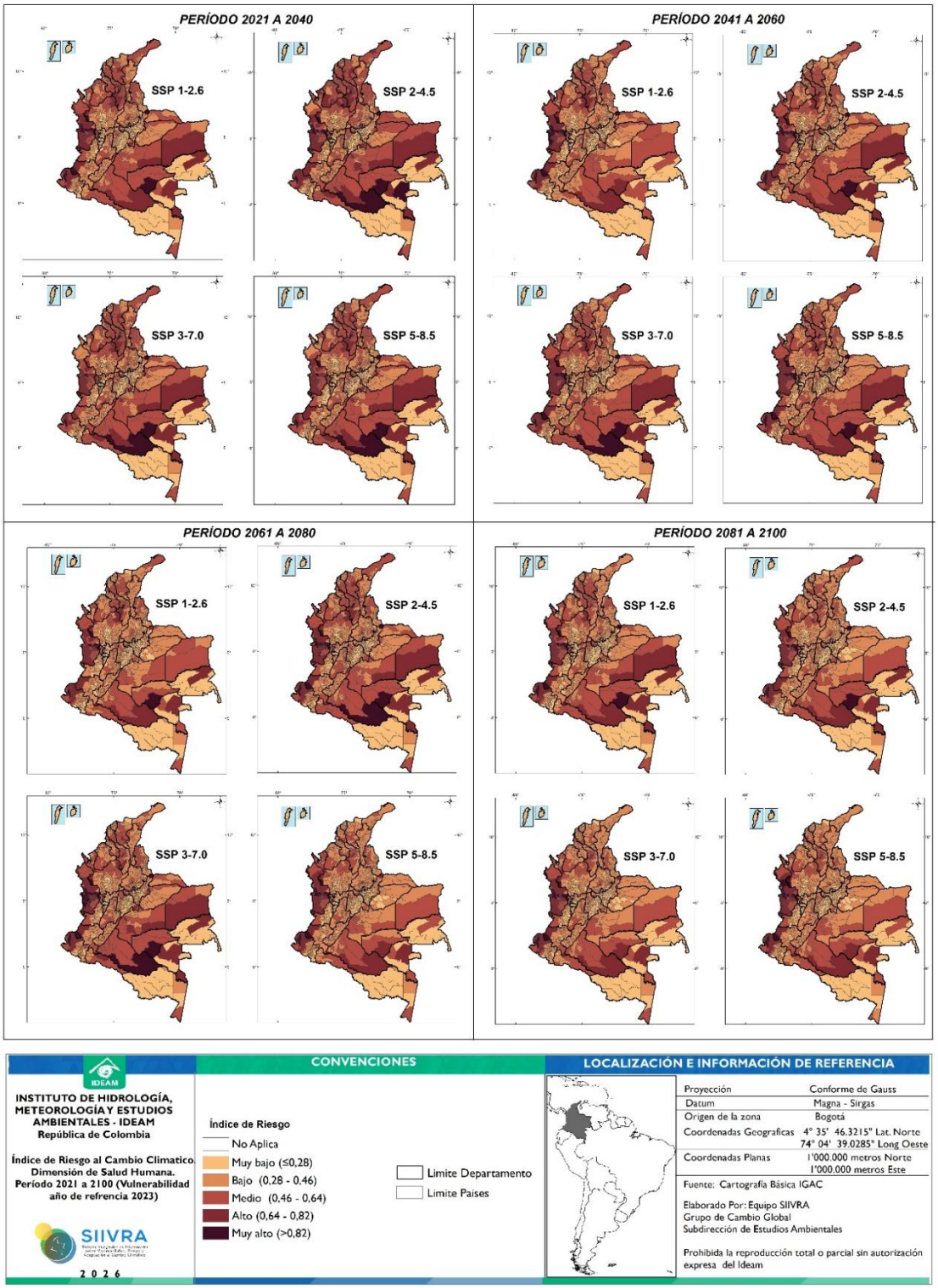


Figura 4-39. índice de riesgo en la dimensión de salud humana, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2023)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-31. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2019 (dimensión Salud Humana)

Escenario	Periodo	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	241	21,5	588	52,5	245	21,9	39	3,5	8	0,7
	41-60	265	23,6	621	55,4	196	17,5	34	3,0	5	0,4
	61-80	204	18,2	608	54,2	249	22,2	49	4,4	11	1,0
	81-100	291	26,0	608	54,2	185	16,5	35	3,1	2	0,2
SSP 2-4.5	21-40	191	17,0	514	45,9	346	30,9	62	5,5	8	0,7
	41-60	215	19,2	614	54,8	241	21,5	46	4,1	5	0,4
	61-80	213	19,0	630	56,2	231	20,6	42	3,7	5	0,4
	81-100	265	23,6	679	60,6	143	12,8	32	2,9	2	0,2
SSP 3-7.0	21-40	130	11,6	453	40,4	396	35,3	123	11,0	19	1,7
	41-60	205	18,3	602	53,7	257	22,9	49	4,4	8	0,7
	61-80	199	17,8	658	58,7	215	19,2	45	4,0	4	0,4
	81-100	265	23,6	701	62,5	124	11,1	27	2,4	4	0,4
SSP 5-8.5	21-40	166	14,8	508	45,3	349	31,1	87	7,8	11	1,0
	41-60	227	20,2	634	56,6	216	19,3	41	3,7	3	0,3
	61-80	266	23,7	695	62,0	128	11,4	29	2,6	3	0,3
	81-100	273	24,4	695	62,0	117	10,4	30	2,7	6	0,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-32. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2023 (dimensión Salud Humana)

Escenario	Periodo	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	250	22,3	558	49,8	250	22,3	50	4,5	13	1,2
	41-60	276	24,6	593	52,9	202	18,0	37	3,3	13	1,2
	61-80	283	25,2	632	56,4	159	14,2	39	3,5	8	0,7
	81-100	312	27,8	568	50,7	188	16,8	41	3,7	12	1,1
SSP 2-4.5	21-40	209	18,6	499	44,5	320	28,5	79	7,0	14	1,2
	41-60	236	21,1	595	53,1	233	20,8	44	3,9	13	1,2
	61-80	219	19,5	597	53,3	241	21,5	49	4,4	15	1,3
	81-100	282	25,2	643	57,4	153	13,6	34	3,0	9	0,8
SSP 3-7.0	21-40	213	19,0	558	49,8	291	26,0	52	4,6	7	0,6
	41-60	225	20,1	598	53,3	234	20,9	52	4,6	12	1,1
	61-80	200	17,8	633	56,5	221	19,7	50	4,5	17	1,5
	81-100	276	24,6	668	59,6	134	12,0	33	2,9	10	0,9
SSP 5-8.5	21-40	236	21,1	551	49,2	272	24,3	55	4,9	7	0,6
	41-60	229	20,4	617	55,0	219	19,5	43	3,8	13	1,2
	61-80	283	25,2	659	58,8	133	11,9	36	3,2	10	0,9
	81-100	300	26,8	657	58,6	119	10,6	33	2,9	12	1,1

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3.4. Dimensión biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

En la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, la amenaza presenta el perfil más bajo de todas las dimensiones analizadas: entre el 49,4% y el 78,9% de los municipios se clasifican en categoría muy baja según el escenario y periodo, y las categorías alta y muy alta no superan en ningún caso el 4,1% de los municipios. El componente de amenaza se construye a partir de doce indicadores que miden los cambios proyectados en la distribución potencial de la biodiversidad frente al clima de referencia: la disminución del área de las formaciones vegetales de Holdridge, la pérdida promedio de especies de seis grupos de fauna, tres grupos de flora y especies forestales, y el aumento promedio de especies de fauna invasora. El análisis se realizó sobre la totalidad de los 1.121 municipios del país.

El rasgo distintivo de esta dimensión es que, a diferencia de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria y de Salud Humana (donde la amenaza alcanza su máximo en el periodo inmediato y luego se atenúa), en Biodiversidad la amenaza se incrementa de manera sostenida hacia el final del siglo. El valor medio nacional del índice asciende progresivamente en los escenarios de mayores emisiones: en SSP 5-8.5 pasa de 0,247 en 2021-2040 a 0,272 en 2041-2060, 0,281 en 2061-2080 y 0,320 en 2081-2100. De forma correlativa, la proporción de municipios en categoría media o superior crece del 5,5% al 14,6% en ese mismo escenario, y del 3,1% al 12,1% en el escenario de sostenibilidad SSP 1-2.6. Este comportamiento es coherente con la naturaleza acumulativa de los procesos ecológicos: los desplazamientos de nicho climático y las pérdidas de especies responden al cambio sostenido de las condiciones climáticas y no se revierten en el corto plazo.

En el periodo 2021-2040, la amenaza es la más baja de todo el horizonte. Entre el 76,2% y el 78,9% de los municipios se clasifican en categoría muy baja, y las categorías media o superiores no superan el 6,5% (SSP 2-4.5). Las categorías más altas aparecen de forma incipiente en el valle medio del Magdalena y en sectores del Caribe.

En el periodo 2041-2060 se observa el primer ascenso significativo, particularmente en el escenario SSP 2-4.5, donde el 11,9% de los municipios alcanza categoría media o superior, con 31 municipios (2,8%) en categoría alta y 4 (0,4%) en muy alta. En SSP 5-8.5 el ascenso también es apreciable (9,6%), con 7 municipios en categoría muy alta.

En el periodo 2061-2080 la amenaza continúa incrementándose en los escenarios de altas emisiones. En SSP 3-7.0, la categoría muy baja se reduce al 53,1% (el valor más bajo de este escenario) y el 11,7% de los municipios alcanza categoría media o superior; en SSP 5-8.5 la proporción es del 11,0%.

En el periodo 2081-2100 se registra la máxima intensidad de amenaza de todo el horizonte. En el escenario SSP 5-8.5, la categoría muy baja desciende al 49,4% (554 municipios), la categoría baja se amplía al 36,0% (403 municipios) y 164 municipios (14,6%) alcanzan categorías media, alta o muy alta, de los cuales 43 (3,8%) se ubican en categoría alta. Es notable que incluso el escenario de sostenibilidad SSP 1-2.6 presenta en este periodo su máximo, con el 12,1% de municipios en categoría media o superior y 37 municipios en categoría alta.

Espacialmente, la amenaza se concentra de forma consistente en el valle medio del río Magdalena, la región Caribe y el piedemonte de la Serranía del Perijá y la frontera con Venezuela, patrón claramente visible en los mapas como una franja continua que asciende desde el Tolima hasta Norte de Santander y La Guajira. En el periodo 2081-2100 bajo SSP 5-8.5, los departamentos con mayor proporción de municipios en categoría media o superior son Sucre (77%), Córdoba (77%), Atlántico (65%), La Guajira (53%), Tolima (40%), Bolívar (35%), Cesar (28%) y Norte de Santander (25%). En términos absolutos, los departamentos con mayor número de municipios afectados son Córdoba (23), Sucre (20), Tolima (19), Bolívar (16) y Atlántico (15).

Un grupo de 22 municipios se mantiene en categoría media o superior en las dieciséis ventanas escenario-periodo simultáneamente, lo que los identifica como los territorios de mayor exposición climática sostenida para la biodiversidad: Barrancabermeja, Cimitarra, Puerto Parra y Puerto Wilches (Santander); Puerto Santander, San José de Cúcuta y Tibú (Norte de Santander); Baranoa, Sabanalarga y Usiacurí (Atlántico); Morroa y Sincelejo (Sucre); Santa Rosa y Turbaco (Bolívar); Necoclí y Yondó (Antioquia); San Alberto (Cesar); y Moñitos (Córdoba), entre otros. Adicionalmente, siete municipios alcanzan la categoría muy alta en alguna ventana temporal: Yondó (Antioquia), Puerto Santander (Norte de Santander), Barrancabermeja y Puerto Parra (Santander), y Ambalema, Armero y Flandes (Tolima) (todos ellos localizados en el eje del río Magdalena o en la frontera nororiental).

Pese a esta distribución equilibrada a nivel nacional, el análisis regional revela contrastes muy marcados. El aumento de especies de fauna invasora es el indicador dominante en las regiones de baja intervención: constituye el principal contribuyente en el 92% de los municipios de la Amazonia (con una contribución media de 0,251, más de tres veces el promedio nacional), en el 62% de los municipios de la Orinoquia (0,159) y en el 37% de los del Pacífico (0,141). Este hallazgo es especialmente relevante desde el punto de vista de la gestión, pues señala que la principal presión climática sobre la biodiversidad de las grandes áreas continuas del país no es la pérdida directa de especies nativas, sino la apertura de condiciones climáticas favorables para la colonización por especies invasoras.

En la región Caribe, en contraste, la amenaza está gobernada por la pérdida de especies de fauna, particularmente de Mamíferos, Reptiles y Anfibios, que en conjunto dominan en el 87% de sus municipios. En la región Andina (donde se localiza la mayor parte de los municipios con amenaza media o superior) predomina la pérdida de especies de fauna Aves, seguida por Insectos y la flora del grupo de dicotiledóneas, con una contribución de la fauna invasora.

Temporalmente, la contribución de la fauna invasora es máxima en los periodos intermedios (SSP 3-7.0, 2041-2060), mientras que hacia el final del siglo es relevante la pérdida de fauna del grupo de aves, que alcanza su máxima contribución en el periodo 2081-2100 (SSP 1-2.6 y SSP 5-8.5), coincidiendo con la ventana de mayor amenaza global de la dimensión.

En términos de vulnerabilidad, la dimensión de biodiversidad es predominantemente alta y muy alta, manteniéndose por encima del 62% de los municipios en todos los años de análisis y alcanzando su valor máximo en 2023, cuando el 77,3% se clasifica en estas dos categorías. La categoría muy alta muestra el mayor incremento, pasando del 20,5% en 2015 al 32,7% en 2023. Se mantienen durante los tres años con categorías alta y muy alta 668 municipios, que conforman un bloque continuo sobre la región Andina y el Caribe. En este grupo, la mayoría de los municipios de Sucre (92%), Caldas (85%), Cesar (84%), Córdoba (83%) y Cundinamarca (80%) permanecen en categorías alta y muy alta, seguidos por un número importante de municipios de Antioquia, Boyacá, Santander, Tolima, Valle del Cauca, Nariño, Bolívar y Cauca.

El núcleo más crítico está conformado por 107 municipios que se sostienen en vulnerabilidad muy alta durante los tres años, con mayor concentración en Cundinamarca, Córdoba, Sucre, Valle del Cauca y Antioquia. Entre los municipios con incrementos más pronunciados entre 2015 y 2023 se destacan Saldaña, Espinal y Flandes (Tolima), que ascienden desde categorías medias hasta muy altas, así como Cisneros (Antioquia), Aldana (Nariño), Guavatá (Santander), y Chocontá, Quetame y Guayabetal (Cundinamarca). En sentido opuesto, 84 municipios conservan de forma persistente categorías baja y muy baja, constituyendo los focos de menor vulnerabilidad del país; se concentran en Chocó (22), Nariño (11), Amazonas (11), Guainía (7) y Vaupés (6), y entre ellos sobresalen La Victoria, Miritíi-Paraná, Puerto Arica y Tarapacá (Amazonas), Taraira y Pacoa (Vaupés), y los municipios de la Depresión Momposina Cicuco, Talaigua Nuevo y Santa Cruz de Mompox (Bolívar), asociados a la conservación de sus coberturas naturales. Este comportamiento de la vulnerabilidad se explica por la interacción entre la sensibilidad y la capacidad de adaptación de los municipios, componentes que se describen a continuación.

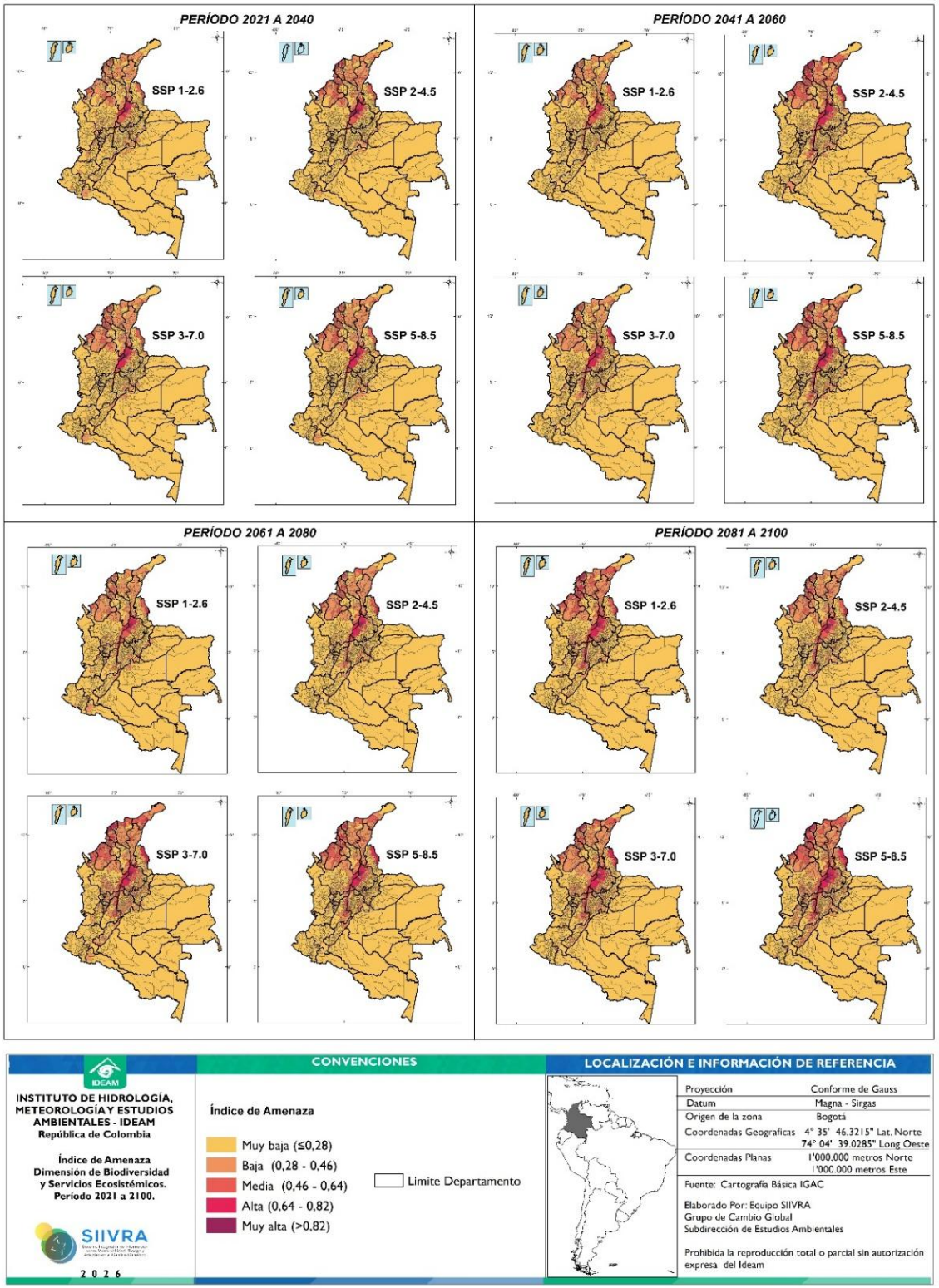


Figura 4-40. Índice de amenaza en la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos, según escenario SSP y periodo (2021–2100)

Fuente: Elaboración propia

El componente que en mayor medida determina el patrón anterior es la sensibilidad, que concentra la mayor parte de los municipios en las categorías alta y muy alta durante los tres años, con una marcada tendencia a la intensificación: 65,2% en 2015, 63,3% en 2019 y 78,1% en 2023. El cambio más notable se observa en la categoría muy alta, que pasa del 14,5% en 2015 al 31,9% en 2023, es decir, más del doble; este salto coincide temporal y espacialmente con el aumento de la vulnerabilidad en 2023, lo que confirma a la sensibilidad como su principal factor explicativo. Un total de 102 municipios se mantienen en sensibilidad muy alta durante los tres años, concentrados principalmente en Cundinamarca, Antioquia, Sucre, Córdoba y Valle del Cauca (los mismos territorios que encabezan la vulnerabilidad muy alta). Este patrón obedece a la alta susceptibilidad de las coberturas naturales, la pérdida de conectividad ecológica y la presión sobre los ecosistemas en las zonas de mayor intervención de la región Andina y del Caribe.

Por su parte, la capacidad de adaptación actúa como un factor que agrava la condición de vulnerabilidad, dado que presenta una situación estructuralmente baja en todo el país: entre el 59,7% y el 63,7% de los municipios se ubican en las categorías muy baja y baja en los tres años, mientras que las categorías alta y muy alta no superan el 11,5% en ningún periodo. Esta baja capacidad, al coincidir con la alta sensibilidad en la región Andina y el Caribe, explica que dichos territorios sostengan los mayores niveles de vulnerabilidad. No obstante, se identifica una leve mejora progresiva, pues los municipios en categoría muy baja y baja se reducen del 63,7% en 2015 al 59,7% en 2023. Como característica particular, se destacan 41 municipios que sostienen una capacidad de adaptación alta a muy alta durante los tres años, con mayor presencia en Antioquia (18) y Santander (11); entre ellos sobresalen Güicán de la Sierra (Boyacá), Taraira (Vaupés), Dibulla (La Guajira), Solano (Caquetá), Santa Marta (Magdalena) y los municipios de El Retiro y Belmira (Antioquia), que actúan como referentes positivos frente al promedio nacional y coinciden, en varios casos, con los focos de menor vulnerabilidad de la dimensión (Tabla 4-33).

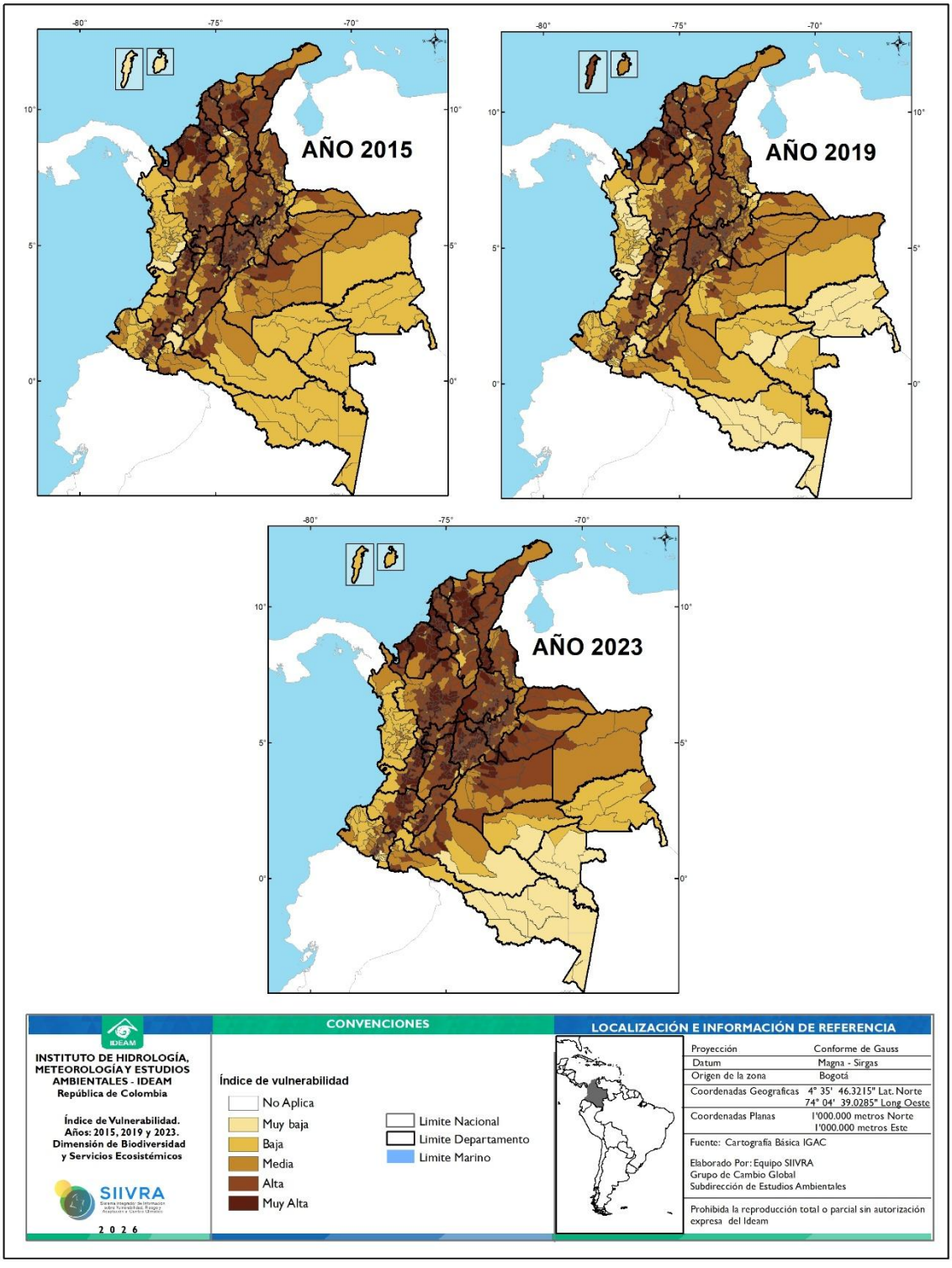


Figura 4-41. Índice de vulnerabilidad de la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos en los años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

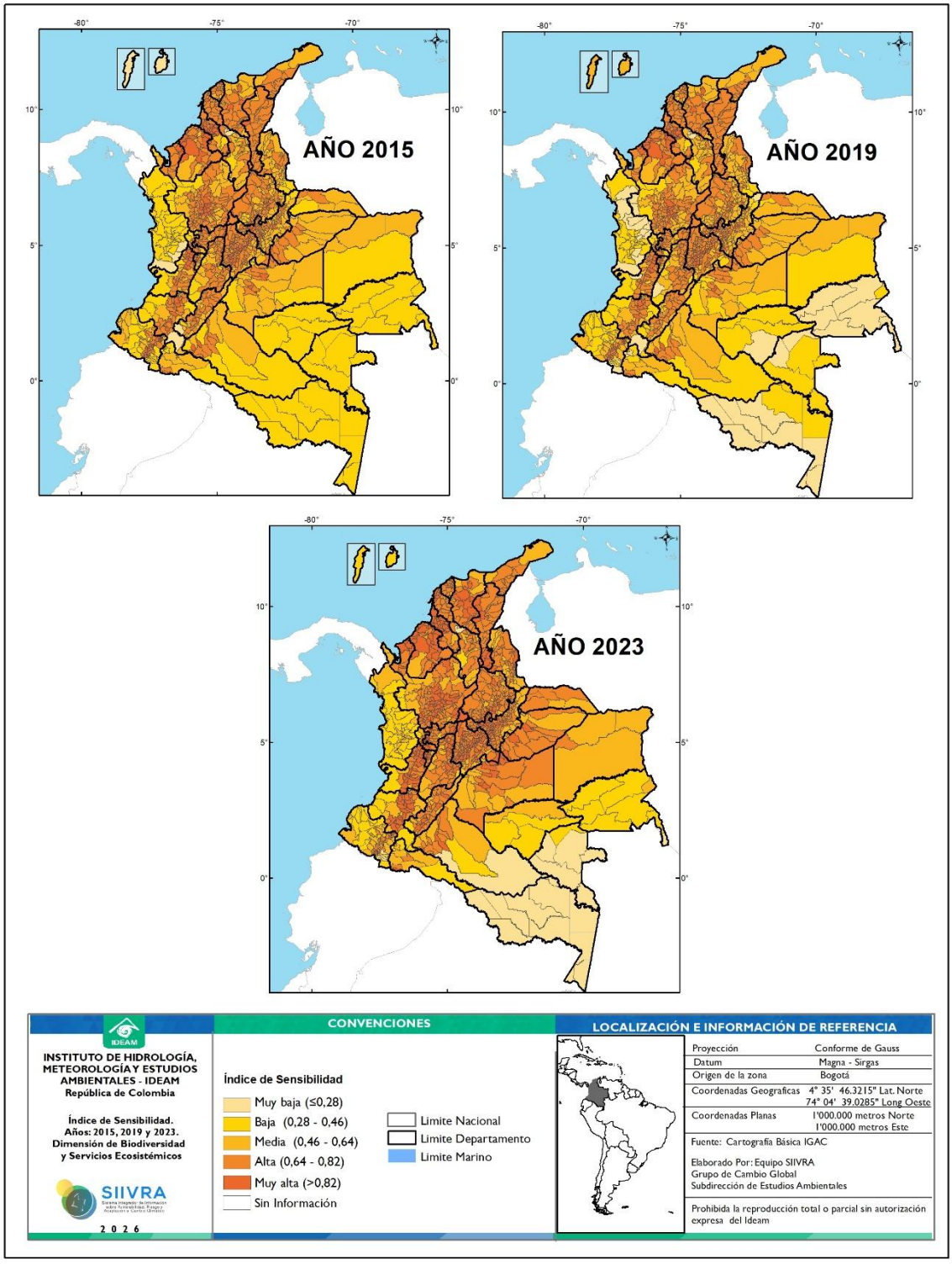


Figura 4-42. Índice de sensibilidad para la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos en los años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

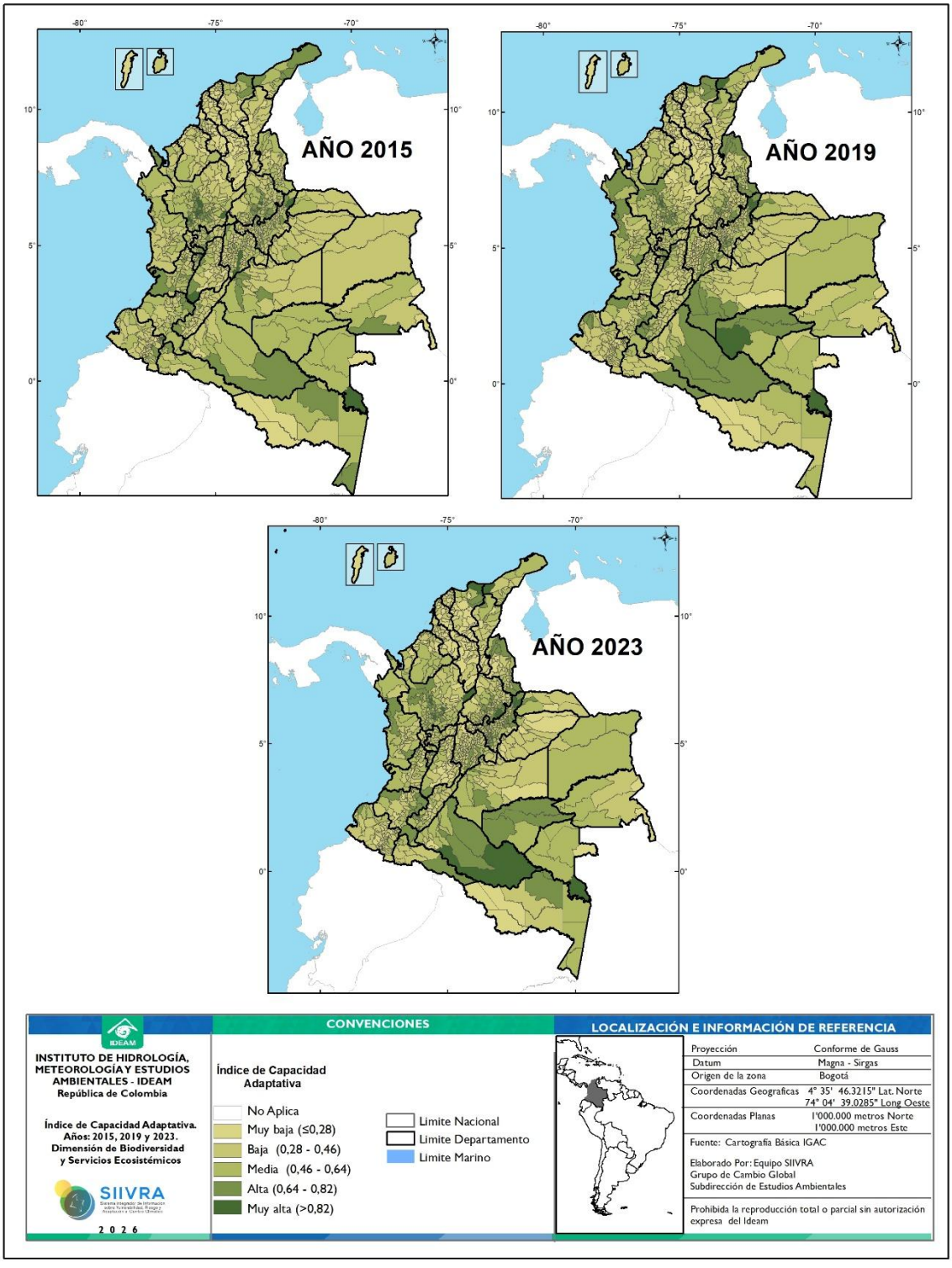


Figura 4-43. Índice de capacidad adaptativa para la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos en los años 2015, 2019 y 2023

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-33. Síntesis de porcentaje y número de municipios en las categorías de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad según año de corte (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Componente / Variable	Año	Muy baja		Baja		Media		Alta		Muy alta	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sensibilidad	2015	12	1,07	123	10,97	255	22,75	568	50,67	163	14,54
	2019	44	3,93	100	8,92	267	23,82	593	52,90	117	10,44
	2023	25	2,23	72	6,42	149	13,29	518	46,21	357	31,85
Capacidad Adaptación	2015	149	13,29	565	50,40	296	26,40	92	8,21	19	1,69
	2019	141	12,58	551	49,15	316	28,19	105	9,37	8	0,71
	2023	221	19,71	448	39,96	323	28,81	116	10,35	13	1,16
Vulnerabilidad	2015	12	1,07	121	10,79	236	21,05	522	46,57	230	20,52
	2019	46	4,10	105	9,37	267	23,82	588	52,45	115	10,26
	2023	26	2,32	72	6,42	156	13,92	501	44,69	366	32,65

El riesgo por cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos presenta un contraste notable frente al componente de amenaza. Mientras la amenaza es predominantemente muy baja (entre el 49% y el 79% de los municipios en esa categoría), el riesgo se concentra de manera marcada en la categoría media, que agrupa entre el 43,1% y el 61,6% de los municipios según el escenario, periodo y año de referencia, con una fracción sustancial en categorías alta y muy alta que alcanza hasta el 36,0%. Este desacople se explica porque la vulnerabilidad de la dimensión (determinada por indicadores como la huella espacial humana, los conflictos de uso del suelo, la tasa de deforestación, el índice de remanencia y la integridad ecológica) es elevada en amplias zonas del país, de modo que incluso señales de amenaza moderadas se traducen en niveles de riesgo significativos. El análisis se realizó sobre la totalidad de los 1.121 municipios.

El rasgo distintivo de esta dimensión es que el riesgo, al igual que la amenaza, se incrementa de manera sostenida hacia el final del siglo, a diferencia de SAPA y Salud Humana, donde la máxima presión se concentra en el periodo inmediato. Con la vulnerabilidad de referencia de 2023, la proporción de municipios en categorías alta y muy alta asciende progresivamente del 15,4% en 2021-2040 al 19,8% en 2041-2060, el 22,0% en 2061-2080 y el 24,3% en 2081-2100. La misma tendencia se observa con los otros dos años de referencia, lo que confirma que se trata de una señal robusta atribuible al comportamiento acumulativo de la amenaza sobre los ecosistemas.

Los valores máximos se registran en los escenarios de altas emisiones y periodos finales. En el escenario SSP 5-8.5, periodo 2081-2100 y con la vulnerabilidad de

2019, 349 municipios (31,1%) se ubican en categoría alta y 55 (4,9%) en muy alta, sumando el 36,0% del total nacional. En el escenario SSP 3-7.0, periodo 2061-2080 y vulnerabilidad de 2019, la concentración es similar: 347 municipios (31,0%) en categoría alta y 44 (3,9%) en muy alta. En cuanto a la comparación entre años de referencia, el riesgo aumenta de 2015 a 2019 y desciende ligeramente hacia 2023. El valor medio nacional del índice pasó de 0,530 en 2015 a 0,547 en 2019 y 0,544 en 2023, y la proporción de municipios en categorías alta y muy alta en el periodo inmediato evolucionó del 14,2% (2015) al 18,8% (2019) y al 15,4% (2023). Este patrón refleja el deterioro de las condiciones de vulnerabilidad entre 2015 y 2019, asociado principalmente al incremento de la huella espacial humana y de las tasas de deforestación en ese periodo, y su recuperación parcial hacia 2023. No obstante, que la proporción de municipios en categoría media o superior continuó ascendiendo en los tres cortes (del 71,9% en 2015 al 76,6% en 2023 en el periodo inmediato), lo que indica que la mejora reciente se concentró en los municipios de riesgo más alto sin reducir la extensión territorial del riesgo.

Espacialmente, el riesgo alto y muy alto se concentra de forma persistente en la región Caribe y el valle medio del río Magdalena, patrón claramente visible en los mapas como una mancha continua que cubre la llanura caribeña y asciende por el eje del Magdalena hasta el norte de la región Andina. Al analizar los municipios que se mantienen en categorías alta y muy alta durante los tres años de corte (151 municipios en el escenario SSP 2-4.5, periodo inmediato), los departamentos con mayor proporción son Córdoba (80% de sus municipios), Sucre (69%), Atlántico (65%), Cesar (52%), Magdalena (40%) y Bolívar (30%).

Un conjunto amplio de 114 municipios se mantiene en categorías de riesgo alto y muy alto en el periodo inmediato bajo los cuatro escenarios y los tres años de corte simultáneamente, distribuidos principalmente en Córdoba (20), Sucre (16), Atlántico (10), Bolívar (10), Magdalena (9), Cundinamarca (9), Antioquia (8), Santander (8), Boyacá (8) y Cesar (8). Este número confirma la extensión y persistencia del riesgo sobre la biodiversidad en la región Caribe.

En la ventana del escenario SSP 5-8.5, periodo 2081-2100 y vulnerabilidad de 2023, 47 municipios alcanzan la categoría de riesgo muy alto, con una concentración marcada en Córdoba (Canalete, Chinú, La Apartada, Los Córdobas, Moñitos, entre otros), Sucre (Buenavista, Corozal, El Roble, Galeras, La Unión, entre otros), Tolima (Ambalema, Armero, Espinal, Flandes, Lérida) y Santander (Barrancabermeja, Cimitarra, Puerto Parra, Sabana de Torres), además de Barranquilla, Juan de Acosta y Usiacurí (Atlántico), Santa Rosa y Turbaco (Bolívar), Zona Bananera (Magdalena), Puerto Santander y San José de Cúcuta (Norte de Santander), San Alberto (Cesar), La Dorada (Caldas), Agua de Dios (Cundinamarca) y San Juan de Urabá (Antioquia).

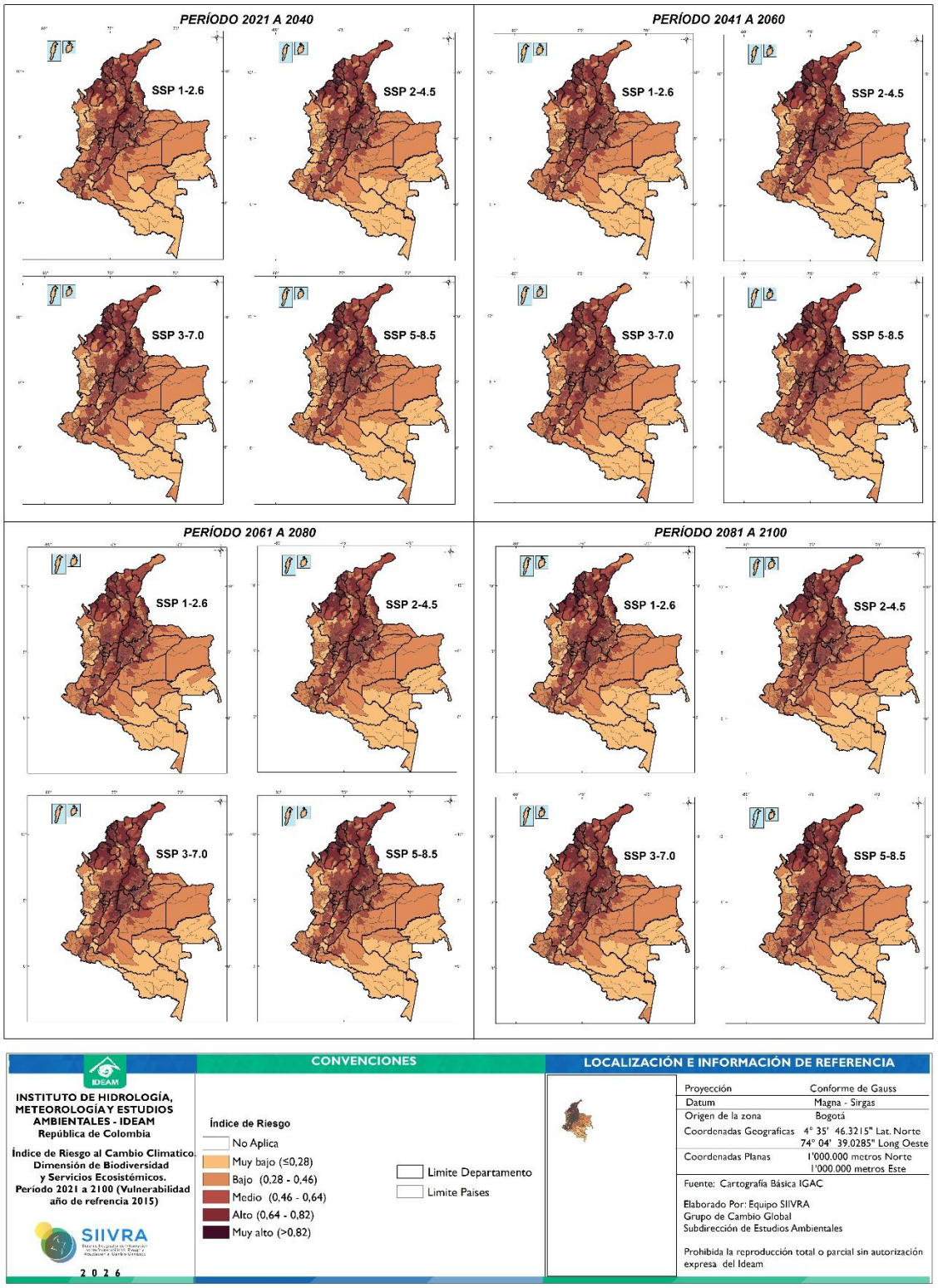


Figura 4-44. Índice de riesgo en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2015)

Fuente: Elaboración propia

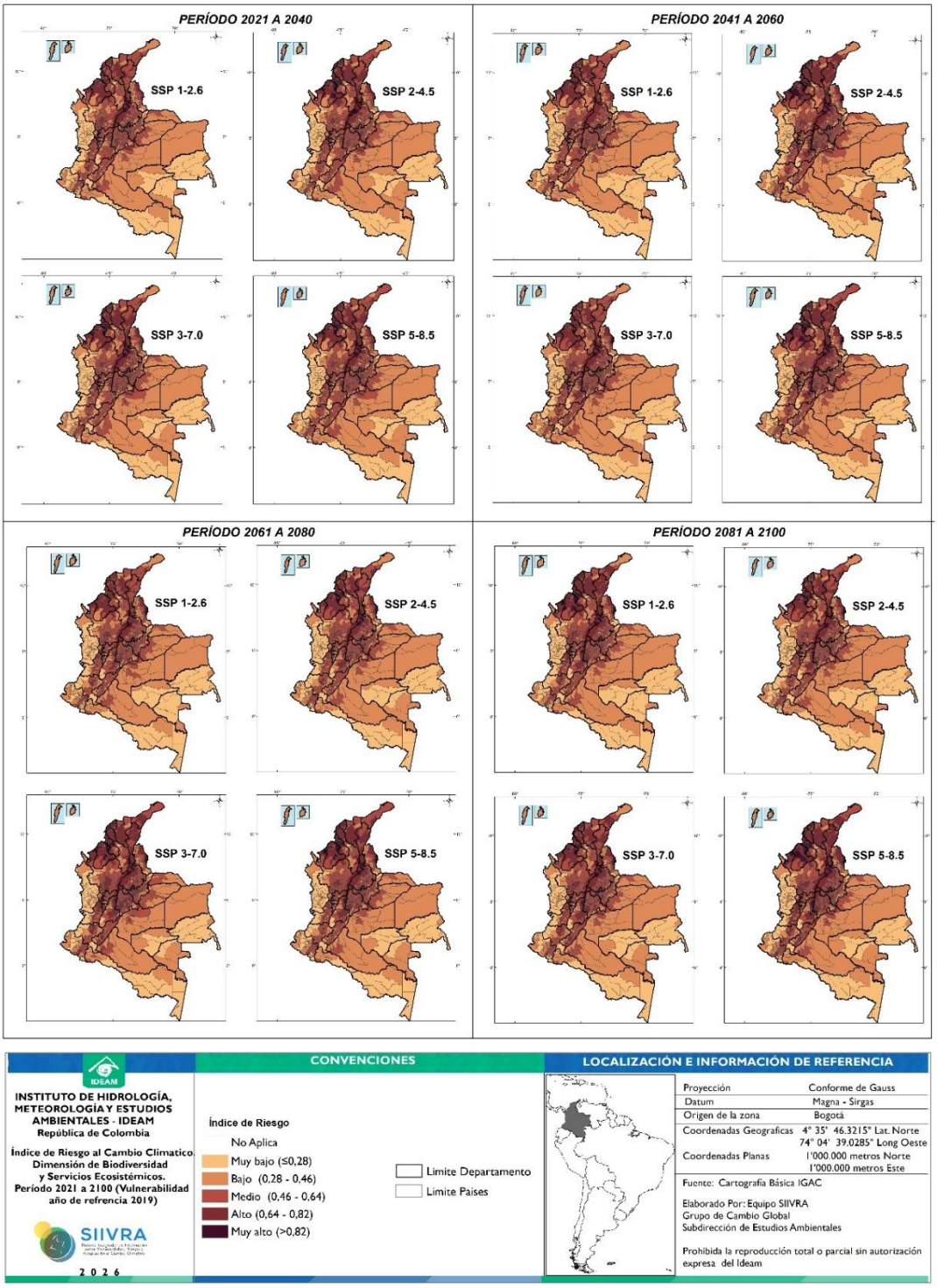


Figura 4-45. índice de riesgo en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2019)

Fuente: Elaboración propia

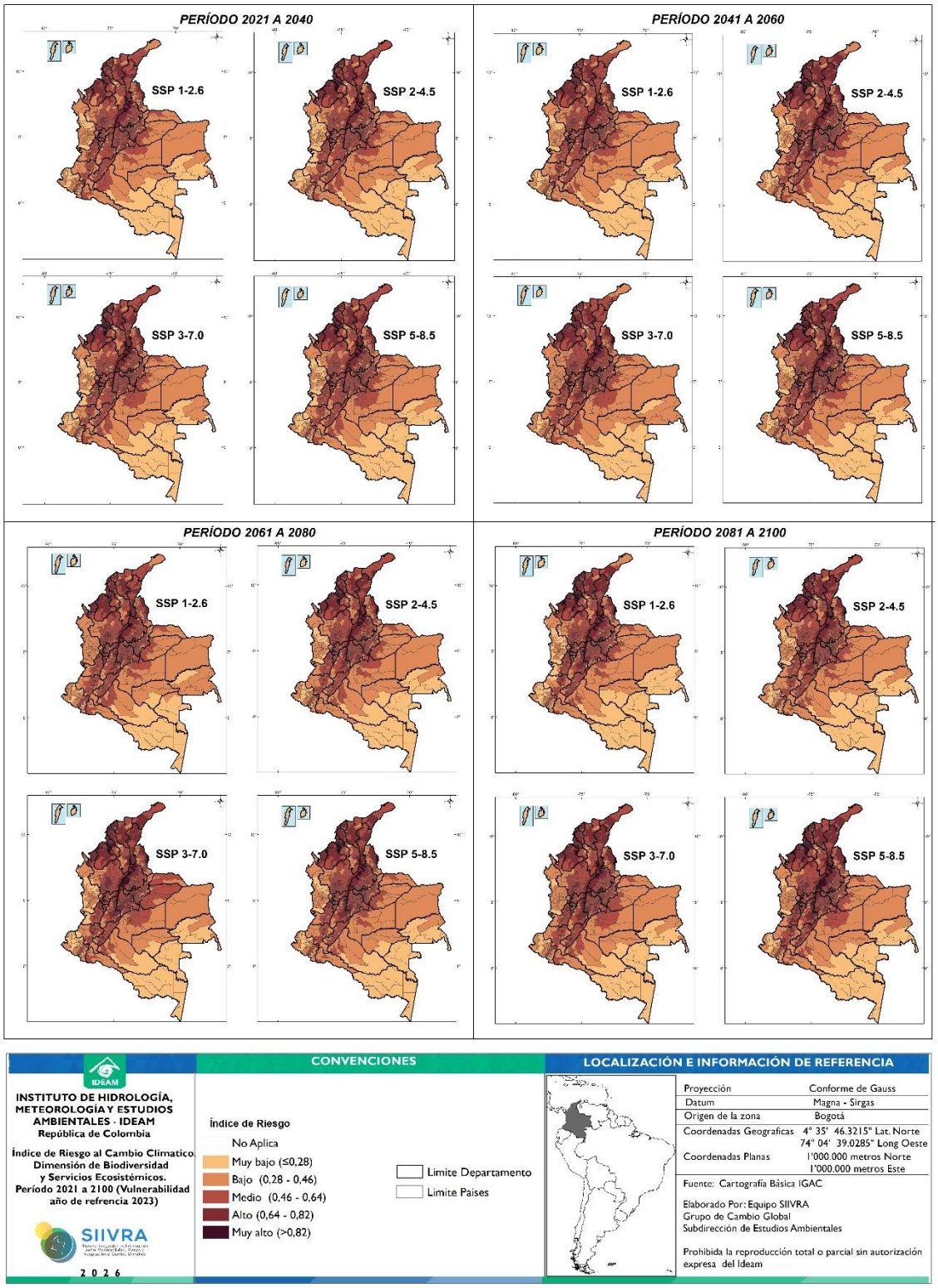


Figura 4-46. índice de riesgo en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, según escenario SSP y periodo (vulnerabilidad de referencia 2023)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-34. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2015 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Escenario	Periodo	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	51	4,5	252	22,5	658	58,7	155	13,8	5	0,4
	41-60	55	4,9	258	23,0	647	57,7	158	14,1	3	0,3
	61-80	45	4,0	248	22,1	647	57,7	177	15,8	4	0,4
	81-100	71	6,3	244	21,8	562	50,1	206	18,4	38	3,4
SSP 2-4.5	21-40	68	6,1	259	23,1	635	56,6	133	11,9	26	2,3
	41-60	61	5,4	246	21,9	581	51,8	195	17,4	38	3,4
	61-80	55	4,9	253	22,6	616	55,0	183	16,3	14	1,2
	81-100	56	5,0	263	23,5	600	53,5	186	16,6	16	1,4
SSP 3-7.0	21-40	58	5,2	255	22,7	651	58,1	136	12,1	21	1,9
	41-60	43	3,8	239	21,3	630	56,2	204	18,2	5	0,4
	61-80	59	5,3	205	18,3	569	50,8	264	23,6	24	2,1
	81-100	49	4,4	228	20,3	584	52,1	245	21,9	15	1,3
SSP 5-8.5	21-40	67	6,0	251	22,4	642	57,3	142	12,7	19	1,7
	41-60	53	4,7	239	21,3	607	54,1	192	17,1	30	2,7
	61-80	59	5,3	235	21,0	599	53,4	202	18,0	26	2,3
	81-100	55	4,9	214	19,1	542	48,3	269	24,0	41	3,7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-35. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2019 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Escenario	Periodo	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	82	7,3	198	17,7	633	56,5	196	17,5	12	1,1
	41-60	80	7,1	202	18,0	633	56,5	194	17,3	12	1,1
	61-80	77	6,9	198	17,7	627	55,9	207	18,5	12	1,1
	81-100	81	7,2	183	16,3	543	48,4	263	23,5	51	4,5
SSP 2-4.5	21-40	77	6,9	195	17,4	642	57,3	169	15,1	38	3,4
	41-60	73	6,5	187	16,7	572	51,0	234	20,9	55	4,9
	61-80	77	6,9	195	17,4	607	54,1	213	19,0	29	2,6
	81-100	78	7,0	193	17,2	607	54,1	211	18,8	32	2,9
SSP 3-7.0	21-40	73	6,5	201	17,9	637	56,8	178	15,9	32	2,9
	41-60	73	6,5	194	17,3	607	54,1	230	20,5	17	1,5
	61-80	70	6,2	155	13,8	505	45,0	347	31,0	44	3,9
	81-100	71	6,3	174	15,5	560	50,0	284	25,3	32	2,9
SSP 5-8.5	21-40	74	6,6	194	17,3	633	56,5	189	16,9	31	2,8
	41-60	75	6,7	186	16,6	593	52,9	223	19,9	44	3,9
	61-80	76	6,8	174	15,5	578	51,6	250	22,3	43	3,8
	81-100	69	6,2	165	14,7	483	43,1	349	31,1	55	4,9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-36. Síntesis de porcentaje y número de municipios en categorías de riesgo por cambio climático según escenario SSP y periodo, con vulnerabilidad de referencia del año 2023 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Escenario	Periodo	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
SSP 1-2.6	21-40	46	4,1	215	19,2	689	61,5	163	14,5	8	0,7
	41-60	45	4,0	221	19,7	679	60,6	169	15,1	7	0,6
	61-80	32	2,9	213	19,0	671	59,9	197	17,6	8	0,7
	81-100	61	5,4	205	18,3	598	53,3	210	18,7	47	4,2
SSP 2-4.5	21-40	61	5,4	215	19,2	674	60,1	142	12,7	29	2,6
	41-60	52	4,6	200	17,8	623	55,6	203	18,1	43	3,8
	61-80	49	4,4	212	18,9	650	58,0	192	17,1	18	1,6
	81-100	51	4,5	210	18,7	640	57,1	195	17,4	25	2,2
SSP 3-7.0	21-40	54	4,8	205	18,3	690	61,6	147	13,1	25	2,2
	41-60	33	2,9	204	18,2	650	58,0	219	19,5	15	1,3
	61-80	53	4,7	170	15,2	573	51,1	290	25,9	35	3,1
	81-100	41	3,7	184	16,4	618	55,1	255	22,7	23	2,1
SSP 5-8.5	21-40	58	5,2	196	17,5	690	61,6	153	13,6	24	2,1
	41-60	49	4,4	198	17,7	642	57,3	197	17,6	35	3,1
	61-80	50	4,5	203	18,1	620	55,3	214	19,1	34	3,0
	81-100	45	4,0	184	16,4	559	49,9	286	25,5	47	4,2

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Enfoques metodológicos, herramientas e incertidumbres

4.2.3.1. Escenarios de cambio climático

Los Escenarios de Cambio Climático de la Cuarta Comunicación Nacional de Colombia se elaboraron teniendo en cuenta varios aspectos: las revisiones de los últimos reportes de evaluación del IPCC (AR5 y AR6); los trabajos más recientes realizados en diversos países; la revisión de los escenarios generados en las últimas comunicaciones nacionales y los aspectos a corregir y mejorar y las necesidades de información de los distintos usuarios actuales y potenciales de este tipo de información.

En forma resumida, la metodología de elaboración de estos escenarios se basó en 5 elementos principales:

- Información histórica observada: La base de la información histórica fue, en primer lugar, la generada por la Subdirección de Meteorología del IDEAM en el trabajo denominado "Cubo de Datos", en el cual se generaron datos diarios de precipitación y temperaturas media, máxima y mínima para el periodo 1981-2020, en pixeles de 10x10 kilómetros de resolución espacial cubriendo toda Colombia, a partir de la combinación de datos de estaciones hidrometeorológicas del IDEAM con información derivada de satélite y reanálisis (Barrios, 2023). Para el caso de la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento, se realizó la combinación de los datos de las estaciones que miden estas variables con información derivada de satélite (para la humedad relativa) y con datos del reanálisis europeo ERA5 (para la radiación solar y la velocidad del viento) (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024b).

Para el caso de la Temperatura Superficial (TSM) y del Nivel (NM) del Mar, la fuente de datos oceánicos utilizada corresponde a las del Servicio de Vigilancia Medioambiental Marina de Copernicus, (Copernicus Climate Change Service, 2018b) (Embury et al., 2024a), cuya información viene a nivel global a resoluciones de 0,05°x0,05° y 0,09°x0,09° respectivamente, validados y ajustados con la información de la Dirección General Marítima de Colombia (DIMAR). Los datos corresponden a las series mensuales para TSM y NM desde el año 1981 y 1993 respectivamente hasta la fecha. Se seleccionó esta fuente teniendo en cuenta que son de las más utilizadas en el país en diferentes aplicaciones oceanográficas a nivel mundial.

- Modelos climáticos globales: Las proyecciones climáticas futuras se basaron en los datos generados por la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), a través del proyecto NEX-GDDP (*NASA Earth eXchange - Global Daily Downscaled Projections*), los cuales tienen datos de precipitación, temperaturas media, máxima y mínima y otras variables para 25 de los 80 modelos del CMIP6 a escala diaria y a una resolución espacial de 25x25Km, tanto para el periodo histórico 1961-2014 como para el periodo futuro 2021-2100 de 4 de los 5 escenarios SSP del Sexto Reporte de Evaluación del IPCC (AR6) (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5).

- Para el caso de la Temperatura Superficial del Mar, la información disponible corresponde a 24 de los 25 modelos climáticos globales, mientras que para el Nivel del Mar la información obtenida corresponde a la de 22 modelos, esto debido a que para algunos modelos no existe información de estas variables tanto para los periodos históricos de ellas como para los 4 escenarios SSP.

- Reducción de escala estadística: Debido a la resolución espacial de los datos de los modelos globales del CMIP6 (25x25 kilómetros), es necesario poder llevar esta información a la misma resolución de los datos históricos.

Para ello, se hace necesario realizar una reducción de escala a los datos, con el fin de obtener series a una mejor resolución para los pixeles determinados con la información histórica a utilizar. Teniendo en cuenta las limitaciones de recursos (computacionales y de tiempo) para la generación de los escenarios de cambio climático, se optó por realizar una reducción de escala estadística, aplicando la técnica *Delta Quantile-Quantile Mapping* (Delta Q-Q) , a los datos de cada uno de los 25 modelos climáticos globales (24 y 22 modelos para el caso de TSM y NM) a partir de la información histórica observada.

- Ensamble multimodelo ponderado: A partir de los datos históricos de los modelos y los observados, se realizó la evaluación de cada uno de ellos en la representación del clima histórico para cada variable. Para ello, se utilizaron tres métricas estadísticas: correlación, sesgo o BIAS y RMSE. Y con base en los valores de éstas se otorgó una ponderación a cada modelo en cada pixel de datos, teniendo un valor alto si el modelo tenía buenos valores de correlación y bajos valores de BIAS y RMSE y viceversa. Y con estas ponderaciones se elaboró el ensamble multimodelo, generando así series diarias futuras únicas para cada pixel, variable y escenario.

- Elaboración de los insumos de información: Una vez obtenidas las series del ensamble multimodelo por variable y escenario, el paso final consistió en el cálculo de los valores mensuales y anuales, así como los promedios multianuales en tres temporalidades (anual, trimestral y mensual), y con ellos obtener las diferencias que se darían en comparación con los promedios multianuales del periodo histórico 1981-2010 en las 3 temporalidades mencionadas. Con estos datos, se elaboraron los diversos productos de información (capas cartográficas, mapas, tablas con los cambios futuros proyectados, entre otros), y con los cuales se elaboró el documento técnico que es insumo principal de la Cuarta Comunicación Nacional de Colombia.

Del trabajo de elaboración de estos escenarios, hay varios elementos y aspectos para tener en cuenta, entre los cuales se destacan:

- Dar una mayor participación a los diferentes usuarios (actuales y potenciales) de los escenarios de cambio climático. Como parte de este proceso, se realizaron talleres con el IDEAM, con la academia y con entidades externas, en los cuales se ha contextualizado en lo que son los escenarios, sus usos, no usos, alcances y limitaciones, y se ha presentado el trabajo realizado en la generación de los escenarios de cambio climático de las anteriores comunicaciones nacionales con las lecciones aprendidas en ellos. De estos talleres se logró recopilar los principales requerimientos y necesidades de información, y con los cuales se desarrollaron los insumos de estos escenarios de cambio climático.

- Un aspecto muy importante es el limitado tiempo con el que se cuenta para la generación de los escenarios de cambio climático en las Comunicaciones Nacionales de Colombia. Dado que éstas tienen un horizonte promedio de elaboración de 4 años, y sabiendo que los escenarios son uno de los insumos para la determinación de la vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para el país (el cual es otro análisis que lleva más tiempo), estas proyecciones deben estar listas entre 12 y 18 meses después de haber iniciado oficialmente el proceso de elaboración de la Comunicación. Por esta razón, y con base en los requerimientos de información dados por diferentes entidades y usuarios, para el caso de los escenarios de la Cuarta Comunicación Nacional se propuso una metodología que se pudiera desarrollar en el tiempo previsto, y con la que se pudieran generar la mayor cantidad de insumos de información posible teniendo la mejor calidad y rigurosidad científica posible, y sobre todo que sean útiles a diferentes usuarios, con el fin que éstos cuenten con ellos para sus diferentes proyectos y trabajos a diferentes escalas subnacionales.

- Algo que se ha visto en las lecciones aprendidas durante el desarrollo de los escenarios de las comunicaciones nacionales anteriores es el aspecto relacionado con la forma de comunicar los resultados a los diferentes tipos de usuarios. Aunque se han tenido muy buenos insumos técnicos y metodologías robustas para la generación de los escenarios de cambio climático en Colombia, desafortunadamente esta rigurosidad en ocasiones se ha dañado en el momento de hacer la entrega y divulgación tanto de la información como de las diversas publicaciones a los usuarios en general. Para evitar repetir estos errores, algo en lo que se debe trabajar durante y después de la elaboración de los escenarios de cambio climático es en cómo mostrar los escenarios en formas “no tan técnicas”, pero sin que con ello se pierda la rigurosidad científica empleada y sin que se generen interpretaciones y usos erróneos de éstos (por ejemplo, utilizarlos como si fueran pronósticos).

Finalmente, uno de los elementos importantes de los escenarios de cambio climático está relacionado con la incertidumbre de las proyecciones climáticas futuras. Al tratarse de cambio climático, la incertidumbre es mucho más alta en comparación a los procesos de pronóstico del tiempo o de predicción climática, esto debido principalmente a que se habla de horizontes de muy largo plazo (más de 10 años), y los cambios del clima proyectados dependerán de diversos factores con una alta complejidad, entre los cuales están: la forma en la que cambien las diversas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel global; el desarrollo económico, ambiental, social y de otras índoles que se den a lo largo del siglo XXI; las “mejoras” que se puedan desarrollar tanto a los modelos climáticos globales utilizados para proyectar los diferentes escenarios como a

qué tanto se siga avanzando en conocer mejor el clima y sus diferentes procesos, entre otros aspectos.

Para el caso de Colombia, la incertidumbre de las proyecciones está dada, además de los elementos mencionados anteriormente, por tres aspectos principales:

- La distribución, cantidad y calidad de la información histórica observada en las estaciones hidrometeorológicas. En Colombia, la mayor parte de las estaciones se encuentran distribuidas en las regiones Andina y Caribe, y se tienen muy pocas estaciones para la Amazonia y la Orinoquia (Barrios, 2023). Este aspecto hace que, para el uso de fuentes alternativas de datos (derivados de satélite o reanálisis) en las zonas donde no se tienen estaciones hidrometeorológicas, éstos no puedan tener el nivel de validación y ajuste suficiente que muestre que el dato está mostrando realmente los valores que se dieron en ese momento y lugar. Mientras que, para zonas donde sí se tiene información observada, se pueden aplicar técnicas de validación y ajuste de los datos de fuentes alternativas con el fin de que sus valores representen lo más cercano posible a los valores observados.

- La "variedad" de los posibles cambios futuros proyectados por los diferentes escenarios y modelos climáticos globales. Cada vez que el IPCC genera sus reportes de evaluación suele realizar una "actualización" de los posibles escenarios futuros que tendría el clima con base en los niveles de calentamiento global y de emisiones de GEI que serían plausibles de darse en el siglo XXI. Para este proceso, se utiliza la información de los modelos climáticos globales, los cuales son la herramienta más avanzada con la que se cuenta actualmente para determinar la respuesta del sistema climático ante el cambio de las emisiones de GEI a través del tiempo.

Estos modelos requieren una muy alta capacidad computacional, y, por lo tanto, solamente los países desarrollados están en la capacidad de correrlos y de generar información para todo el planeta. Este aspecto hace que estos modelos sean validados y ajustados principalmente con la información observada de los países que los corren, y por lo tanto para ellos tendrían una buena representación del clima. Sin embargo, este detalle no implica que los datos de estos modelos sean representativos para otros países, donde se pueden tener casos en los que el comportamiento modelado sea totalmente inverso al observado. Estas formas de representación del clima de los modelos climáticos globales ajustada a lo observado en otros países ocasiona que, para Colombia, varios de los modelos no tengan una representación adecuada del clima histórico, y con lo cual, por más robusta que sea la técnica de reducción de escala que se utilice, ésta no va a corregir los problemas de base, y por lo tanto, se tenga una alta incertidumbre derivada de estos modelos, y es una de las razones por las cuales se utilizan varios

modelos climáticos globales y se generan ensambles multimodelo, con el fin de tratar de reducir lo mejor posible la incertidumbre en las proyecciones climáticas futuras.

Adicionalmente, la base conceptual de cada escenario agrega un nivel de incertidumbre alto en estas proyecciones, ya que, por ejemplo, durante el siglo XXI podrían irse dando las condiciones de varios escenarios, es decir, a inicios del siglo pueden darse las condiciones de un escenario en particular, pero a mediados del siglo pueden cambiar las condiciones para que ahora sea otro el escenario, y a finales del siglo se podrían tener nuevas condiciones muy diferentes a la de los dos escenarios anteriores. Estos aspectos hacen que los escenarios deban tratarse con cuidado, y que éstos nunca sean utilizados como pronósticos o predicciones puntuales, y que también se utilicen varios de ellos como base para el desarrollo de medidas y acciones de adaptación y mitigación al cambio climático en las diferentes zonas del país.

- La limitación de los recursos disponibles. Como se mencionó anteriormente, para la elaboración de escenarios de cambio climático se tiene un tiempo muy limitado, el cual en el mejor de los casos alcanza a ser de 2 años. Sumado a esto, en ocasiones los recursos económicos, humanos y computacionales asignados para este proceso son bastante limitados, y la consecución de varios de estos elementos (por ejemplo, la capacidad computacional) puede tardar varios meses en darse, puesto que éstos suelen tenerlos diversas instituciones (universidades, centros de investigación, gremios, etc.) con las cuales se requieren recursos económicos adicionales y/o procesos burocráticos extensos, con los que también se reducen los tiempos efectivos de elaboración de los escenarios mientras se consiguen los recursos o se desarrollan los procesos de contratación y/o convenios. Estos y otros factores hacen que, al momento de generar las proyecciones climáticas futuras, éstas se deban hacer limitando las técnicas, insumos de información y otros elementos de los escenarios a generar, y con ello que la incertidumbre de éstos se sume a la de los otros aspectos mencionados.

4.2.3.2. Efectos del cambio de la precipitación proyectada en cuencas asociadas a áreas susceptibles de inundación

Este análisis se desarrolló utilizando los ráster de los cambios porcentuales de la precipitación proyectada correspondientes a los escenarios de emisiones intermedias-altas (SSP3-7.0) y altas (SSP5-8.5), y para los periodos futuros 2061-2080 y 2081-2100. La información ráster fue recortada con el límite de las cuencas Caribe y Magdalena asociadas a las áreas susceptibles a inundación, y luego calculando el valor medio del cambio porcentual de precipitación dentro de cada cuenca mediante estadísticas zonales. Este valor se interpretó como el cambio porcentual medio areal de la precipitación proyectada, permitiendo comparar de

manera homogénea la señal climática entre cuencas, escenarios y horizontes temporales.

El paso siguiente fue categorizar los cambios porcentuales según sus posibles afectaciones en las inundaciones, determinando así tres categorías:

- Bajo (Aumento del volumen de precipitación inferior al 5 %): Indica una señal climática de baja magnitud o variación poco significativa del régimen de precipitación.
- Medio (Aumento del volumen de precipitación entre 5 % y 15 %): Indica una señal moderada de cambio, con posible incidencia sobre la respuesta hidrológica de la cuenca.
- Alto (Aumento del volumen de precipitación superior al 15 %): Muestra una señal relevante de modificación del régimen de lluvias, con potencial incidencia sobre procesos asociados al exceso hídrico.

Esta clasificación permite diferenciar la magnitud de la señal climática proyectada y orientar su lectura en relación con las áreas susceptibles a inundación.

Para este análisis realizado, hay que resaltar varias limitaciones y aspectos para tener en cuenta:

- Una primera limitación está asociada a la naturaleza de los escenarios climáticos. Los escenarios SSP no deben entenderse como pronósticos puntuales, sino como trayectorias de cambio climático sujetas a incertidumbres derivadas de los modelos climáticos globales, los supuestos de emisiones, los procesos de reducción de escala y la representación del clima regional. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como señales de cambio y no como valores determinísticos.
- Una segunda limitación corresponde al uso del cambio porcentual medio areal de precipitación por cuenca. Este indicador permite sintetizar la señal climática proyectada sobre el área aportante y comparar escenarios, periodos y cuencas; sin embargo, no captura la variabilidad interna de la precipitación dentro de cada cuenca ni la distribución espacial de eventos extremos. Tampoco incorpora directamente la duración, intensidad, frecuencia o concentración temporal de las lluvias, variables determinantes para la generación de crecientes, desbordamientos e inundaciones. Asimismo, la ocurrencia de inundaciones depende de múltiples factores adicionales a la precipitación media, entre ellos la humedad antecedente del suelo, la pendiente, la cobertura y uso del suelo, la capacidad de infiltración, la morfología de la red de drenaje, la capacidad hidráulica de los cauces, la presencia de obras de regulación o protección, y las condiciones de ocupación de planicies aluviales y zonas bajas. Por tanto, un incremento medio de precipitación debe interpretarse como una

señal de presión climática sobre el sistema hidrológico, y no como una estimación directa del nivel de amenaza.

- Otra consideración relevante se relaciona con la clasificación en rangos bajo, medio y alto. Esta clasificación fue adoptada como criterio metodológico para facilitar la comparación territorial de los resultados y orientar la lectura de la señal climática proyectada; no corresponde a un umbral oficial definido por la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático ni a un límite normativo. Su uso debe entenderse como una herramienta de análisis y priorización, especialmente útil para identificar territorios donde se recomienda profundizar estudios.
- Finalmente, los mapas de áreas susceptibles a inundación asociados al fenómeno La Niña 2010-2011 representan una referencia histórica de afectación por exceso hídrico, pero no incorporan por sí solos los cambios futuros en exposición, ocupación del territorio, infraestructura, capacidad adaptativa o transformación de coberturas. Por esta razón, los resultados deben complementarse con análisis de exposición de población e infraestructura, estudios hidrológicos e hidráulicos, información sobre vulnerabilidad territorial y capacidades institucionales.

4.2.3.3. Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación (SIIVRA)

Entre los principales referentes conceptuales y metodológicos del SIIVRA, definidos en su Marco Conceptual, se encuentran el Quinto y Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR5 y AR6), la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC) y el índice ND-GAIN (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2020).

El sistema se estructura en dos módulos complementarios. El primero, estima el riesgo por cambio climático a partir de cinco componentes: amenaza, sensibilidad, capacidad de adaptación, vulnerabilidad y riesgo. La amenaza corresponde a los posibles efectos climáticos proyectados mediante escenarios SSP; la sensibilidad refleja el grado de susceptibilidad de un sistema ante las modificaciones que genera el cambio climático; la capacidad de adaptación expresa la aptitud de los sistemas humanos, naturales u otros para ajustarse a dichos cambios; la vulnerabilidad resulta de la relación entre sensibilidad y capacidad de adaptación; y el riesgo por cambio climático integra la amenaza y la vulnerabilidad en una estimación de los posibles impactos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2020). El segundo módulo mide la adaptación a través de un delta entre dos años de referencia que muestra si los territorios han reducido o aumentado su sensibilidad y capacidad de adaptación, haciendo seguimiento mediante indicadores de proceso en tres niveles temporales y territoriales: estratégico (largo plazo), táctico (mediano plazo) y operativo (proyectos e iniciativas).

Estos cinco componentes se aplican a ocho dimensiones temáticas: biodiversidad y servicios ecosistémicos, salud humana, recursos hídricos, soberanía alimentaria y producción agropecuaria, patrimonio cultural, hábitat humano, infraestructura y gestión del riesgo de desastres. Cada dimensión incluye indicadores de amenaza, sensibilidad, capacidad de adaptación, vulnerabilidad y riesgo, con la contribución porcentual de cada indicador documentada mediante hojas metodológicas y fichas de metadatos, lo que garantiza la replicabilidad y actualización periódica del sistema.

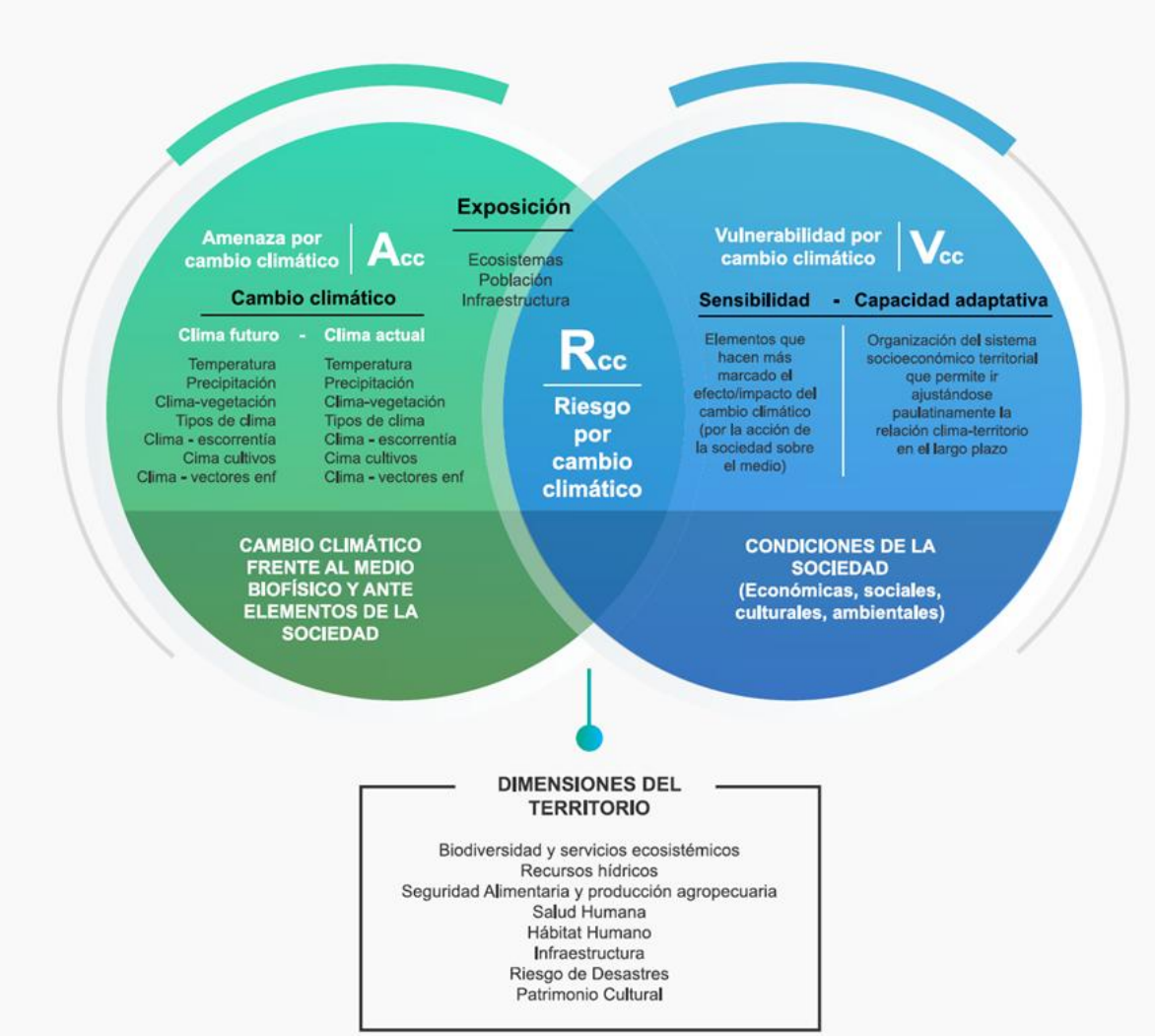


Figura 4-47. Componentes del riesgo por cambio climático y dimensiones del territorio analizadas en el SIIVRA

Fuente: (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2020)

Fundamentos metodológicos generales

Los análisis de cambio climático se basan en la comparación entre los valores promedios de un periodo de referencia y el clima esperado. Con el fin de estandarizar los análisis de cambio climático la Organización Meteorológica

Mundial (WMO), recomienda usar el período 1961-1990 como línea base de referencia (World Meteorological Organization, 2017).

Sin embargo, en los análisis de cambio climático se suele usar otros periodos de 30 años de referencia como insumo para las evaluaciones o comparaciones, esto se debe a que los sistemas meteorológicos nacionales en muchos casos son recientes y no cuentan con una red lo suficientemente robusta que permitan analizar los datos históricos.

Tomando en cuenta los insumos de información disponible en Colombia y las proyecciones de las variables climáticas realizadas en el marco de la Cuarta comunicación nacional de Cambio Climático, se definió en el marco del SIIVRA utilizar como línea base de referencia el período 1981 a 2010 y para el clima futuro los datos mensuales multianuales generados por el IDEAM (2024) asociado a los periodos: inmediato (2021-2040), corto (2041-2060), mediano (2061-2080) y largo plazo (2081-2100), desde los siguientes 4 escenarios SSP del AR6 (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5).

Los escenarios SSP representan el conjunto de referencia adoptado por el IPCC en su Sexto Informe de Evaluación (AR6, 2021). A diferencia de los escenarios RCP utilizados en el AR5, los SSP integran explícitamente narrativas socioeconómicas de desarrollo humano, tecnología, gobernanza y mitigación, lo que permite una evaluación más completa de los factores de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

Para el cálculo de los componentes se emplearon técnicas de análisis estadístico multivariado, en particular el Análisis de Componentes Principales (ACP), que permitió asignar pesos o coeficientes a los indicadores de amenaza, sensibilidad y capacidad de adaptación. La identificación y priorización de indicadores se realizó conforme a criterios de relevancia, pertinencia, periodicidad, accesibilidad de la información institucional, coherencia interna, funcionalidad y comparabilidad, continuidad, credibilidad, exactitud, interpretabilidad, oportunidad y transparencia (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2020). Cada indicador cuenta con su respectiva hoja metodológica, donde se documentan estos criterios. El SIIVRA generó además rutinas automáticas que permiten el cálculo y la modelación de varios indicadores, lo que facilita su actualización periódica y su modelamiento a otras escalas espacio-temporales.

Una vez obtenidos los índices de amenaza, sensibilidad y capacidad de adaptación, se calcularon los índices de vulnerabilidad y riesgo mediante las siguientes ecuaciones:

Riesgo por cambio climático = Δ Amenaza (Exposición)$^{0.3}$ x (Vulnerabilidad)^{0,8}
Vulnerabilidad = (Sensibilidad / Capacidad de Adaptación ^{0,05})

Los exponentes utilizados parten de un análisis de sensibilidad asimétrica. La amenaza corresponde a la diferencia del elemento expuesto bajo las condiciones climáticas del periodo de referencia frente a las condiciones futuras proyectadas bajo los escenarios SSP. Para el manejo de los datos, los indicadores se redujeron a una escala entre 0,1 y 1 mediante transformación homotética, siguiendo a Velásquez et al. (2007):

$$Y = 0,1 + (x-b) /(a-b) *0,9$$

Donde:

x = variable a transformar
a = valor máximo de la variable
b = valor mínimo de la variable

Para los indicadores que tienen una relación inversa dentro de cada uno de los índices, se utilizó la fórmula:

$$Y = 1,1 – (0,1 + (x-b) /(a-b) *0,9)$$

El dato de cada indicador reducido e invertido (cuando fue necesario) se multiplicó por el valor absoluto de su correlación con el componente correspondiente, y los productos se sumaron para obtener un valor único por índice de amenaza, sensibilidad y capacidad de adaptación. Esta contribución de cada indicador dentro de los índices compuestos se utiliza tanto para la identificación y priorización de acciones de adaptación como para el análisis del cambio en sensibilidad y capacidad de adaptación entre los periodos 2015-2019 y 2019-2023 en la evaluación nacional de adaptación.

La unidad de análisis, al igual que en la TCNCC, es el municipio; sin embargo, mientras la TCNCC calculó los índices de forma agregada, el SIIVRA los calcula de manera independiente para cada dimensión. En los numerales correspondientes a cada dimensión se amplían, cuando es pertinente, los aspectos metodológicos propios de esa dimensión.

Para el análisis de riesgo por cambio climático, y en concordancia con la metodología de la TCNCC, se mantiene constante la vulnerabilidad actual (año de corte), con el propósito de aislar el efecto de la amenaza climática futura bajo los escenarios SSP y reducir la incertidumbre adicional que implicaría proyectar

variables socioecológicas de difícil predicción. De esta manera se estima el riesgo climático base para cada uno de los años 2015, 2019 y 2023, entendido como el impacto potencial del cambio climático de mantenerse constantes las condiciones actuales de vulnerabilidad; este resultado no constituye una predicción del riesgo real, sino un escenario de referencia para la planificación.

De manera complementaria, en el componente MEL (numeral 4.6) se analiza la variación temporal de la vulnerabilidad entre 2015-2019 y 2019-2023 (Δ Vulnerabilidad), con el fin de establecer cómo el cambio observado en la vulnerabilidad influye en el riesgo y qué indicadores han contribuido a que esta se mantenga, aumente o disminuya. El Δ Riesgo resultante no representa un nuevo nivel de riesgo, sino una medida del efecto de la gestión, las intervenciones o las dinámicas territoriales sobre su evolución. En conjunto, el riesgo climático base y el Δ Riesgo permiten pasar de un diagnóstico del impacto potencial del cambio climático a una aproximación orientada a la gestión, que facilita la priorización de acciones de adaptación y la asignación eficiente de recursos.

4.2.3.3.1. Aspectos metodológicos dimensión de Recursos Hídricos

La base para el cálculo del componente amenaza en la dimensión del recurso hídrico fueron las variables de temperatura (media, máxima y mínima mensual) y precipitación (mensual) para el periodo 1981-2010 analizada por Barrios (2023) en la estructuración del cubo de datos, y los datos generados para los escenarios SSP por el IDEAM (2024). Esta información en el marco del SIIVRA fue re-escalada a 1 km^2 para realizar los análisis cuyos indicadores se materializan a nivel municipal, y requieren de información temática con resolución espacial más detallada, que permita ofrecer valores más acordes con el elemento expuesto de la unidad de análisis.

La amenaza indica como el cambio climático incide en el balance hídrico que mantiene una oferta natural de agua y cómo impactará considerablemente a la población y a su producción en diferentes formas, estimándolo a partir de referentes conceptuales y metodológicos del Estudio Nacional del Agua (en adelante, ENA), en el cual se analiza el balance hídrico a largo plazo para calcular la escorrentía media anual y el índice de aridez. Para ello se toma como base la información de las variables precipitación y temperatura generadas por el IDEAM en el marco de la construcción de línea base y los escenarios climáticos, que incluye las premisas y productos del AR6.

En este contexto, el SIIVRA analiza el impacto del cambio climático sobre el recurso hídrico a nivel nacional, con el objetivo de establecer la relación entre los escenarios proyectados para variables meteorológicas y los balances hídricos. A diferencia del ENA, este análisis se distingue por el uso de una línea base

climática específica y un enfoque prospectivo en la evaluación de los escenarios futuros.

Dentro de la dimensión del recurso hídrico del SIIVRA, en el componente de amenaza, se analizaron dos variables clave para generar un índice compuesto de amenaza. Estas variables corresponden con:

- La disminución de la escorrentía relativa (%) en comparación con el clima de referencia.
- El incremento del porcentaje de área territorial clasificada con condiciones de aridez (semiárido y árido).

El índice de aridez se utilizó para evaluar el aumento de áreas con condiciones de aridez. Este índice mide la insuficiencia de los volúmenes de precipitación para sostener la vegetación y las actividades humanas, basado en el balance hídrico superficial (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2010). Su cálculo se realizó según la fórmula:

$$\boldsymbol{Ia} = (\boldsymbol{ETP} - \boldsymbol{ETR}) \,/\, \boldsymbol{ETP}$$

Donde:

- Ia: Índice de aridez.
- ETP: Evapotranspiración potencial (mm).
- ETR: Evapotranspiración real (mm).

Para calcular este índice, se emplearon las ecuaciones propuestas por el (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2023), La ETP se estimó mediante la fórmula de Hargreaves modificada para Colombia, mientras que la ETR se obtuvo utilizando la ecuación de Budyko. El análisis incluyó el incremento en las categorías que reflejan deficiencia de humedad, tales como: moderadamente deficitario de agua, deficitario de agua y altamente deficitario de agua.

Según el (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2023), la escorrentía es un indicador clave de la oferta hídrica superficial (en adelante, OHTS), definida como el volumen de agua por cantidad de tiempo que escurre por la superficie sin infiltrarse ni evaporarse. Se calcula a partir de los elementos del balance hídrico con la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Esc} = \boldsymbol{P} - \boldsymbol{ETR}$$

Donde:

Esc: Escorrentía en mm/año.

P: Precipitación en mm/año.
ETR: Evapotranspiración real en mm/año.

El análisis de la escorrentía muestra que su reducción, calculada como la diferencia entre el clima futuro y el clima presente, representa una amenaza para el abastecimiento de agua doméstico y otras actividades antrópicas.

4.2.3.3.2. Aspectos metodológicos dimensión Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria

La base para el cálculo del componente de amenaza en la dimensión de SAPA fueron las variables de temperatura (media, máxima y mínima mensual) y precipitación (mensual) para el periodo de referencia 1981-2010, y los datos generados para los escenarios SSP por el IDEAM; al igual que en las demás dimensiones del SIIVRA, esta información fue re-escalada a 1 km^2 para permitir análisis cuyos indicadores se materializan a nivel municipal y que requieren de información temática con resolución espacial más detallada.

La amenaza en esta dimensión indica cómo el cambio climático incide sobre la aptitud agroclimática del territorio, es decir, sobre la capacidad de las condiciones climáticas de un municipio para sostener el desarrollo de los sistemas productivos agrícolas, pecuarios y forestales.

Para el cálculo de la amenaza en la dimensión de SAPA, se tuvieron en cuenta los cambios en las zonas óptimas agroclimáticas para diferentes cultivos, pastos y especies forestales, los cuales se agruparon según sus características en diferentes cultivos, pastos y especies forestales.

Tabla 4-37. Grupos de cultivos considerados para el cálculo de la amenaza en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria

Grupo	Cultivos
Frutales	Aguacate Hass Banano Fresa Granadilla Gulupa Mango Maracuyá Papaya Piña
Estimulantes, especiados y aromáticos	Ají Tabasco Cacao Café
Cultivos de fibra	Algodón Semestre 1 Algodón Semestre 2

Grupo	Cultivos
Cereales	Arroz secano Maíz cálido Semestre 1 Maíz cálido Semestre 2 Maíz Tradicional
Cultivos de azúcar	Caña Panelera
Cultivo de caucho	Caucho
Producción pecuaria	Caprinos Carne Bovina Leche Bovina Búfalos
Tubérculos	Papa Diacol Capiro Semestre 1 Papa Diacol Capiro Semestre 2 Papa Semestre 1 Papa Semestre 2 Yuca
Pastos y otros cultivos forrajeros	Pasto Angleton Pasto Pará Pasto Humidicola Pasto Braquiaria Pasto Estrella Pasto Kikuyo Pasto Guinea
Oleaginosos	Soya Semestre 1 Soya Semestre 1 Coco
Forestales	Acacia Mangium Ceiba Tolua Eucalipto Rojo Ciprés Eucalipto Blanco Eucalipto Grandis Eucalipto Pellita Eucalipto Tereticor Eucalipto Urograndis Gmelina Arborea Pino Maximinoi Pino Oocarpa Pino Tecunuman Roble Tabebuia
Verduras	Cebolla de BulboS1 Cebolla deBulboS2 Pimentón
Leguminosas	Frijol Comercial Frijol Caupi

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la sensibilidad, se utilizaron los siguientes indicadores:

- Coeficiente de GINI Tierras
- Proporción de área de suelos degradados por erosión
- Proporción de área en grado de salinización de suelos moderado, severo y muy severo
- Índice de pobreza multidimensional
- Porcentaje de UPAs que tienen dificultades en el uso del agua para las actividades agropecuarias
- Proporción de áreas agropecuarias

Por otra parte, para el cálculo de la capacidad adaptativa, se utilizaron los siguientes indicadores:

- Proporción de UPAs que realizan actividades de conservación del suelo
- Proporción de productores que no pertenecen a ningún tipo de asociación
- Valor agregado municipal
- Índice de desempeño integral municipal
- Proporción de personas naturales mujeres que toman decisiones sobre las actividades que se realizan en la UPA
- Proporción de personas jurídicas mujeres que toman decisiones sobre las actividades que se realizan en la UPA
- Inversión en el sector Agropecuario

4.2.3.3.3. Aspectos metodológicos dimensión Salud Humana

La amenaza en la dimensión de Salud Humana indica cómo el cambio climático modifica las condiciones climáticas favorables para los vectores que transmiten enfermedades. El aumento de la temperatura y los cambios en los regímenes de precipitación pueden alterar la distribución de los vectores, lo que puede expandir el área geográfica con condiciones aptas para la transmisión.

Para la construcción del índice compuesto de amenaza se evaluaron cuatro enfermedades transmitidas por vectores de relevancia epidemiológica en Colombia, para las cuales se modeló la idoneidad climática bajo el clima de referencia y bajo cada uno de los escenarios SSP en los cuatro periodos de proyección:

- Dengue
- Chagas
- Leishmaniasis
- Malaria

El componente de sensibilidad se construyó con cinco indicadores que expresan la carga actual de enfermedad y las condiciones socioeconómicas que podrían incrementar la susceptibilidad de la población:

- Incidencia de malaria
- Incidencia de dengue
- Incidencia de leishmaniasis
- Incidencia de enfermedad de Chagas
- Índice de pobreza multidimensional

El componente de capacidad de adaptación se construyó con cuatro indicadores que reflejan la capacidad institucional y financiera del sector salud a nivel municipal:

- Proporción de inversión en enfermedades transmitidas por vectores (ETV)
- Proporción de inversión en salud pública
- Indicador de importancia económica municipal
- Índice de desempeño integral municipal

4.2.3.3.4. Aspectos metodológicos dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

La amenaza en esta dimensión hace referencia a la manera en la que el cambio climático podría alterar las condiciones climáticas que determinan la distribución potencial de las especies y de las formaciones vegetales. Para la construcción del índice compuesto de amenaza se evaluaron 13 indicadores, obtenidos mediante modelación de la distribución potencial de especies y de formaciones vegetales bajo el clima de referencia y bajo cada uno de los escenarios SSP en los cuatro periodos de proyección:

- Proporción de disminución del área de formaciones vegetales de Holdridge
- Pérdida potencial promedio de Mamíferos
- Pérdida potencial promedio de Anfibios
- Pérdida potencial promedio de Arácnidos
- Pérdida potencial promedio de Aves
- Pérdida potencial promedio de Insectos
- Pérdida potencial promedio de Reptiles
- Pérdida potencial promedio de Liliopsida
- Pérdida potencial promedio de Magnoliopsida
- Pérdida potencial promedio de Pteridofitas
- Pérdida potencial promedio de Especies forestales
- Aumento potencial promedio de especies de fauna invasora

- Aumento potencial promedio de especies de flora invasora

El componente de sensibilidad se construyó con indicadores que se relacionan con el grado de transformación y fragmentación de los ecosistemas:

- Promedio del índice de huella espacial humana
- Proporción de área con conflictos de uso del suelo
- Tasa de deforestación
- Índice de integridad ecológica (índice de proximidad de parches de coberturas naturales)
- Índice de remanencia
- Proporción de la superficie cubierta por bosque natural (relación inversa)
- Proporción de área de humedales transformados

Por su parte, el componente de capacidad de adaptación se construyó con ocho indicadores que reflejan los instrumentos de conservación, gobernanza y gestión ambiental en el territorio:

- Proporción de área del municipio con áreas protegidas registradas en el RUNAP
- Proporción de área con territorio étnico
- Proporción de áreas protegidas con Plan de Manejo
- Índice de Representatividad Ecológica
- Proporción de inversión ambiental
- Porcentaje de ingresos corrientes destinados a la adquisición de predios o a Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en cuencas abastecedoras de acueducto
- Indicador de valor agregado municipal
- Índice de desempeño integral municipal

4.2.3.3.5. Tratamiento de la incertidumbre en SIIVRA

El análisis adopta un enfoque cualitativo para la gestión de la incertidumbre, alineado con las directrices del IPCC. Dada la naturaleza intrínseca de las proyecciones climáticas de largo plazo, no se busca medir la certidumbre estadística absoluta, sino reducir el margen de ambigüedad mediante el uso de fuentes oficiales de alta confianza y discusiones técnicas con los responsables de la generación de los datos. Cabe precisar que, según lo señalado por el IDEAM, los escenarios SSP no deben interpretarse como pronóstico ni como predicción climática.

La incertidumbre se redujo sistemáticamente mediante el reescalamiento de los datos a una resolución de 1 km × 1 km para la modelación de los elementos

expuestos y el cálculo de la amenaza en las distintas dimensiones de análisis, así como mediante el afinamiento de la modelación de especies de fauna y flora, que incluyó un filtrado exhaustivo de las ocurrencias para eliminar registros fuera de los rangos de distribución altitudinal y climático documentados en la literatura científica.

El análisis del riesgo climático base asume condiciones constantes de vulnerabilidad, por lo que no captura posibles cambios futuros en variables socioeconómicas o ecológicas. El uso de variaciones observadas en la vulnerabilidad (ΔV) se basa, a su vez, en tendencias pasadas que no necesariamente se replicarán en el futuro. No obstante, este enfoque combinado permite reducir la incertidumbre asociada a la proyección de variables complejas, al tiempo que incorpora evidencia empírica para orientar la toma de decisiones bajo condiciones controladas.

4.2.3.4. BioModelos-sdm: sistema de modelación de distribución de especies

Los Modelos de Nicho Ecológico (MNE) y de Distribución de Especies (MDE) son herramientas ampliamente utilizadas para proyectar las respuestas de las especies al cambio climático, correlacionando registros de distribución geográfica con variables climáticas y ambientales (Peterson et al., 2011). Su aplicación en la planificación de la conservación y el análisis de vulnerabilidad está validada por la literatura científica, particularmente para la identificación de refugios climáticos, la evaluación de riesgos de extinción y la priorización de áreas para la conectividad ecológica.

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt desarrolló BioModelos-sdm (Noguera-Urbano et al., 2023b), un sistema computacional basado en algoritmos de inteligencia artificial implementado en el entorno R (R Core Team., 2026), diseñado para automatizar, estandarizar y optimizar el flujo completo de construcción de modelos de distribución de especies y su proyección en escenarios de cambio climático. El flujo de trabajo comprende la ingesta y validación de registros de presencia y variables climáticas, el preprocesamiento de ocurrencias con corrección automatizada de sesgos de muestreo geográfico y de colinealidad entre variables, el entrenamiento de modelos mediante el algoritmo de Máxima Entropía (Phillips & Dudík, 2008), la evaluación del desempeño estadístico de los modelos y su integración en un enfoque de ensamble con estimación de variabilidad e incertidumbre, y finalmente la generación de proyecciones espacio-temporales para los escenarios SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5. Los mapas de distribución potencial de miles de especies con presencia en Colombia, bajo condiciones actuales y en escenarios de cambio climático, están disponibles en los portales de datos del Instituto Humboldt.

4.3. Prioridades y obstáculos

Esta sección presenta las prioridades de adaptación de Colombia y los principales obstáculos para su implementación. Para efectos del período cubierto por este informe, las prioridades reportadas corresponden principalmente a las metas de adaptación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional actualizada en 2020. La Ley 2169 de 2021 fortalece su implementación en el orden interno y adiciona compromisos nacionales que amplían la agenda de adaptación. Por su parte, la Contribución Determinada a Nivel Nacional 3.0, presentada en 2025, constituye el marco estratégico para el siguiente ciclo de acción climática; sus compromisos nuevos serán objeto de seguimiento en futuros informes, una vez exista información verificable de implementación.

Bajo este enfoque, la sección distingue entre prioridades de reporte, compromisos nacionales complementarios y prioridades estratégicas futuras. También identifica los obstáculos técnicos, financieros, institucionales y territoriales que condicionan la implementación de la adaptación y que orientan las necesidades de apoyo del país.

En conjunto, los obstáculos identificados muestran que la adaptación en Colombia no depende únicamente de contar con más recursos financieros. También requiere capacidades técnicas permanentes, información interoperable, continuidad institucional, mecanismos claros de coordinación y apoyo diferenciado a los territorios con mayores niveles de vulnerabilidad y menores capacidades institucionales y administrativas. El fortalecimiento del Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación, la consolidación del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático y la mejora de la marcación presupuestal de la adaptación al cambio climático son condiciones necesarias para avanzar hacia un seguimiento más robusto y una implementación más efectiva, considerando los avances en la operación y consolidación de los sistemas de información.

4.3.1. Prioridades nacionales de adaptación

Prioridades nacionales de adaptación previo a la tercera actualización de la NDC

Colombia estableció, mediante el PNACC, sus prioridades de largo plazo en materia de adaptación al cambio climático. Estas prioridades se estructuran alrededor de tres objetivos específicos gestión del conocimiento, planificación e incorporación de la variabilidad y el cambio climático en los instrumentos de planificación del Estado, y transformación del desarrollo con criterios de competitividad, sostenibilidad y equidad, los cuales se materializan en nueve líneas de acción prioritarias (1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A, 3B, 3C y 3D). Dichas líneas de acción, orientadas a la reducción del riesgo y de los impactos asociados al cambio climático, así como al aprovechamiento de oportunidades, constituyen el marco de referencia estratégico de largo plazo frente al cual se articulan y evalúan los

instrumentos de planificación territorial y sectorial, en particular los PIGCCT, garantizando así la coherencia entre las metas nacionales de adaptación y su implementación en los distintos niveles de gestión.

Tabla 4-38. Líneas de acción del PNACC

Objetivo		Estrategia
Conocimiento	1A	Fortalecimiento de la gestión del conocimiento climático, hidrológico y oceanográfico, y sobre los impactos potenciales de sus variaciones en el contexto de cambio climático
	1B	Educación, formación, comunicación y sensibilización de públicos sobre el cambio climático
	1C	Fortalecimiento de capacidades institucionales para la adaptación al cambio climático
	2A	Incorporación de la variabilidad y cambio climático en los instrumentos de planificación del Estado
Planificación	2B	Desarrollo de proyectos de inversión resilientes
Transformación del desarrollo	3A	Gestión de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos
	3B	Producción agropecuaria y seguridad alimentaria adaptadas al cambio climático
	3C	Reducción prospectiva de riesgos en infraestructuras básicas
	3D	Crecimiento verde de hábitats humanos

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación et al., 2016)

Las prioridades de adaptación de Colombia para el período cubierto por este informe, previo a la declaración de la tercera versión de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) en el 2025, fueron definidas como las 30 metas de adaptación (Tabla 4-39) de la Contribución Determinada a Nivel Nacional actualizada en 2020 (NDC 2.0) que incluye la Comunicación de Adaptación (AdCom). Estas metas se distribuyen en los sectores cabeza de gobierno con competencias en adaptación: Ambiente y Desarrollo Sostenible, Vivienda, Salud, Agricultura, Minas y Energía, Transporte, e Industria, Comercio y Turismo, y abarcan las dimensiones de biodiversidad y servicios ecosistémicos, recursos hídricos, seguridad alimentaria y producción agropecuaria, salud humana, infraestructura, riesgo de desastres, patrimonio cultural y hábitat humano.

Su formulación se fundamenta en la evidencia de vulnerabilidad documentada en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (Instituto de

Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2017), los Escenarios de Cambio Climático del IDEAM (2024) y el análisis de riesgos sintetizado en el Primer Informe Bienal de Transparencia (1BTR) de Colombia en 2024, y se articula con los ejes del PNACC y las líneas instrumentales y estratégicas de la PNCC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Estos ejes responden al objetivo de largo plazo del PNACC de reducir el riesgo y los impactos socioeconómicos asociados a la variabilidad y al cambio climático, propósito que se despliega en tres líneas de acción prioritarias: gestionar el conocimiento sobre el cambio climático y sus impactos potenciales; incorporar la adaptación al cambio climático en la planificación ambiental, territorial y sectorial; y promover la transformación del desarrollo para la resiliencia al cambio climático : (Departamento Nacional de Planeación et al., 2016). Aunque el Plan de Acción del PNACC se encontraba en fase de construcción al cierre del 1BTR, estas tres líneas se mantienen articuladas con las metas sectoriales de la NDC 2.0 y fueron retomadas como fundamento del objetivo nacional de adaptación dado en el PNACC y declarado en la NDC 3.0 (República de Colombia, 2025a), lo que confirma su vigencia como marco de referencia para el período cubierto por este informe.

Tabla 4-39. Compromisos en el marco de la NDC 2.0

No.	Meta	Sector
1	Incorporación de la adaptación al cambio climático en los instrumentos sectoriales, a través del desarrollo de lineamientos, herramientas y criterios que orienten la gestión de la adaptación en el sector.	Vivienda
2	Desarrollar acciones de protección y conservación en 24 cuencas abastecedoras de acueductos en los municipios susceptibles al desabastecimiento por temporada de bajas precipitaciones y temporada de lluvia.	Vivienda
3	Desarrollar acciones estructurales y no estructurales de gestión del riesgo para la adaptación al cambio climático en el 30% de los municipios priorizados por susceptibilidad al desabastecimiento por temporada seca y temporada de lluvias (2030).	Vivienda
4	Alcanzar 68 % del tratamiento de aguas residuales urbanas domésticas a 2030.	Vivienda
5	Reusar el 10% de las aguas residuales domésticas tratadas por parte de los prestadores del servicio público de acueducto a 2030.	Vivienda
6	A 2030, se formularán acciones de adaptación en prevención de la enfermedad y promoción de la salud, que aporten a reducir los casos de enfermedades sensibles al clima en el 100% de las Entidades Territoriales en el sector salud, del nivel departamental, distrital y municipal de categoría 1, 2 y 3, y estarán implementadas en un 40% de éstas.	Salud
7	A 2030, el 40% de las Instituciones Prestadoras de Servicios de salud del sector público implementarán acciones de adaptación ante los posibles eventos asociados por variabilidad y cambio climático.	Salud

No.	Meta	Sector
8	Línea estratégica de infraestructura resiliente: A 2025 un instrumento de planificación sectorial de hidrocarburos, uno de minería de carbón y uno de energía eléctrica cuentan con lineamientos de cambio climático orientados al aseguramiento de las condiciones de operatividad integral bajo nuevos escenarios de demandas operativas y ambientales.	Minas y energía
9	Línea estratégica de información para la adaptación: A 2025 contar con una metodología de análisis de riesgos climáticos actualizada, junto con una estrategia de actualización de manera periódica a nivel nacional y empresarial.	Minas y energía
10	Línea estratégica de gestión de entorno: A 2025 contar con un proyecto de adaptación basado en ecosistemas para el sector eléctrico que ayude a las empresas del sector asegurar el cumplimiento de sus objetivos estratégicos.	Minas y energía
11	Mínimo 10%* de pequeñas, medianas y grandes empresas de los sectores priorizados han implementado estrategias, acciones o proyectos de adaptación al cambio climático.	Industria, comercio y turismo
12	Tres (3) herramientas implementadas para mejorar los sistemas de Información geográfica de la infraestructura de transporte para la gestión del riesgo.	Transporte
13	Dos (2) documentos de lineamientos técnicos elaborados para realizar estudios de riesgo para la infraestructura de transporte.	Transporte
14	Política para la Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) y la Adaptación al Cambio Climática (ACC) formulada para el sector.	Transporte
15	Dos (2) metodologías para el cálculo del riesgo de la infraestructura de transporte diseñadas e implementadas.	Transporte
16	Proyecto piloto implementado para la aplicabilidad de los lineamientos de infraestructura verde vial.	Transporte
17	Seis (6) sectores prioritarios de la economía (transporte, energía, agricultura*, vivienda, salud, comercio, turismo e industria) incluirán consideraciones de cambio climático en sus instrumentos de planificación, y estarán implementando acciones de adaptación innovadoras.	Agricultura
18	10 subsectores agropecuarios (arroz, maíz, papa, ganadería de carne, ganadería de leche, caña panelera, cacao, banano, café y caña de azúcar), contarán con capacidades mejoradas para adaptarse a la variabilidad climática y/o cambio climático.	Agricultura
19	3 regiones naturales del país con mayor potencial agropecuario (Andina, Caribe y Orinoquía) participando en las mesas técnicas agroclimáticas articuladas con la mesa nacional y 1 millón de productores recibiendo información agroclimática para facilitar la toma de decisiones en actividades agropecuarias.	Agricultura
20	A 2030 el país contará un Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación al cambio climático (SIIVRA), que permita monitorear y evaluar la adaptación al cambio climático en Colombia articulado al Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SNICC).	Ambiente y Desarrollo Sostenible
21	135 planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCA formulados y/o ajustados con consideraciones de variabilidad y cambio climático.	Ambiente y Desarrollo Sostenible
22	Delimitación y protección del 100% de los páramos (37) de Colombia a través de planes de manejo.	Ambiente y Desarrollo Sostenible

No.	Meta	Sector
23	Incremento en un 15% el porcentaje de ecosistemas o unidades de análisis ecosistémicas no representados o subrepresentados incluidas en el SINAP.	Ambiente y Desarrollo Sostenible
24	Incremento de 18.000 hectáreas en proceso de restauración, rehabilitación y/o recuperación ecológica en áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y sus zonas de influencia	Ambiente y Desarrollo Sostenible
25	Inclusión de consideraciones de cambio climático en los instrumentos de manejo y control ambiental de proyectos obras y/o actividades de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) a partir del año 2020.	Ambiente y Desarrollo Sostenible
26	Incrementar el porcentaje de la red de monitoreo con transmisión en tiempo real (de 24% a 35%) conectada a sistemas de alerta temprana al 2030.	Ambiente y Desarrollo Sostenible
27	Actualización e implementación en un 50% del "Programa nacional uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar" a 2030	Ambiente y Desarrollo Sostenible
28	Adopción e implementación del 100% de los Planes de Ordenación y Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costera (POMIUAC) con acciones de adaptación basada en ecosistemas (AbE) sobre manglar y pastos marinos, y otros ecosistemas costeros.	Ambiente y Desarrollo Sostenible
29	Seis (6) iniciativas de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo para el uso sostenible de los manglares (ecosistema de carbono azul) en implementación, con plazo a 2030.	Ambiente y Desarrollo Sostenible
30	A 2030 el país de manera interinstitucional operativizará los procesos de la gestión del riesgo de los incendios forestales, conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de los desastres, definiendo orientaciones y resultados con la gestión del cambio climático, a través de 7 estrategias.	Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fuente: (República de Colombia, 2020)

A este conjunto de metas se suman las doce establecidas en la Ley 2169 de 2021 (Tabla 4-40), que corresponden a los compromisos de adaptación de dicha ley sin equivalencia directa en las 30 metas de la NDC 2.0. El artículo 6 de la Ley 2169 de 2021 dispone que las metas nacionales de adaptación al cambio climático a 2030 comprenden tanto las allí establecidas como las contenidas en la actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional sometida ante la CMNUCC, lo que explica que una parte considerable de su articulado, organizado por sectores cabeza de gobierno, replique las metas ya incorporadas en la NDC 2.0. Las doce metas sin dicha correspondencia constituyen un complemento propio del marco legal interno y, junto con las 30 metas de la NDC 2.0, configuran la unidad de análisis de adaptación considerada en el presente capítulo, compuesta por un total de 42 compromisos.

Tabla 4-40. Metas en materia de adaptación al cambio climático en el marco de la Ley 2169

N°	Meta	Sector	Dimensión
1	Incorporar a 2030 por parte de las instituciones adscritas al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, criterio relacionado con la adaptación y la resiliencia climática en sus planes, programas y proyectos.	Agricultura y desarrollo rural	Seguridad Alimentaria
2	Ampliar a 2030 la cobertura y participación en las mesas técnicas agroclimáticas a cinco (5) regiones naturales del país (Andina, Amazonía, Pacífica y Orinoquía), en articulación con la mesa agroclimática nacional, y suministrar información agroclimática a todos los productores agropecuarios del territorio nacional	Agricultura y desarrollo rural	Seguridad Alimentaria
3	Desarrollar e incorporar a 2022 un indicador que refleje el avance en el acotamiento de rondas hídricas, como parte de los indicadores mínimos de gestión de las Autoridades Ambientales, de que trata en el Decreto 1076 de 2015.	Ambiente y desarrollo sostenible	Recurso Hídrico
4	Acotar a 2030, los cuerpos de agua priorizados por parte de las Autoridades Ambientales competentes, de conformidad con la guía técnica para el acotamiento de rondas hídricas expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y demás instrumentos correspondientes	Ambiente y desarrollo sostenible	Recurso Hídrico
5	Al 2030 promover acciones priorizadas en los Planes Estratégicos de Macrocuencas, que aporten a la implementación de medidas de adaptación y mitigación del cambio climático de cada Macrocuenca.	Ambiente y desarrollo sostenible	Biodiversidad
6	Incorporar a 2030 la Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE) en el cien por ciento (100 %) de las Áreas Marinas Protegidas que hacen parte del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas del Sinap, a través de medidas de gestión del cambio climático	Ambiente y desarrollo sostenible	Biodiversidad
7	Declarar a 2030, un mínimo del treinta por ciento (30 %) de los mares y áreas continentales bajo categorías de protección o estrategias complementarias de conservación.	Ambiente y desarrollo sostenible	Biodiversidad
8	A 2030, el 100 % del Plan Maestro de Erosión Costera estará actualizado, adoptado y en proceso de implementación.	Ambiente y desarrollo sostenible	Biodiversidad
9	Implementar las acciones requeridas para que, dentro de los doce meses siguientes a la expedición de la presente ley, los instrumentos de manejo y control ambiental de proyectos, obras o actividades incluyan consideraciones de adaptación y mitigación al cambio climático con especial énfasis en la cuantificación de las emisiones de Gel. y los aportes que las medidas de compensación ambiental pueden hacer a la Contribución Nacional ante la CMNUCC.	Ambiente y desarrollo sostenible	Transversal
10	Formular e implementar a 2025, las acciones requeridas para conservar y mejorar sumideros y depósitos de gases efecto invernadero.	Ambiente y desarrollo sostenible	Biodiversidad

N°	Meta	Sector	Dimensión
11	Impulsar políticas e incentivos para actividades relacionadas con la reducción de emisiones por deforestación y degradación de los ecosistemas forestales y gestión de productos no maderables del bosque en concordancia con lo establecido en Acuerdo de París	Ambiente y desarrollo sostenible	Transversal
12	Intervenir, a 2025, los puntos diagnosticados como de gran impacto y de impacto extremo mediante la implementación del plan maestro de erosión costera, como medida de mitigación de los impactos socioeconómicos y ecológicos de más del 11 % de la población colombiana ubicada en zonas costeras.	Ambiente y desarrollo sostenible	Transversal

Fuente: Adaptado de (Congreso de Colombia, 2021b)

La tercera actualización de la NDC (3.0) y las nuevas prioridades de adaptación

En diciembre de 2025, Colombia presentó ante la CMNUCC la actualización de su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0), que organiza sus prioridades de adaptación en nueve categorías articuladas con las dimensiones del SIIVRA y con el marco de las Transformaciones para la Vida: biodiversidad y servicios ecosistémicos, recursos hídricos, seguridad alimentaria y producción agropecuaria, salud humana, infraestructura, riesgo de desastres, patrimonio cultural y hábitat humano, que corresponden a las ocho dimensiones ya consolidadas en el SIIVRA, junto con soberanía y democratización energética, incorporada por la NDC 3.0 como novena prioridad de adaptación aún no integrada formalmente como dimensión del sistema. La Tabla 4-41 presenta estas nueve prioridades nacionales de adaptación y sus objetivos estratégicos como referencia del marco de planificación actualizado de Colombia.

Tabla 4-41. Objetivos estratégicos de mediano plazo en el marco de la NDC 3.0

Prioridad	Objetivo Estratégico
1. Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Aumentar la capacidad adaptativa de los ecosistemas terrestres y marino-costeros para sostener y restituir servicios ecosistémicos (regulación hídrica, protección contra inundaciones, conectividad) mediante conservación, restauración y acciones de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) integradas a la planificación territorial.
2. Recursos hídricos	Reducir el riesgo de desabastecimiento hídrico urbano y rural para garantizar agua y saneamiento resilientes mediante gestión integrada en cuencas abastecedoras, eficiencia en acueductos y medidas de oferta-demanda priorizadas en territorios vulnerables.
3. Seguridad alimentaria y producción agropecuaria	Aumentar la capacidad adaptativa de los sistemas productivos agropecuarios mediante prácticas climáticamente inteligentes, la garantía de medios de vida para poblaciones más vulnerables y en especial en agricultura campesina, familiar, comunitaria, étnica y los Sistemas Alimentarios indígenas, los servicios agroclimáticos y el suministro de información oportuna para la toma de decisiones.
4. Salud humana	Aumentar la capacidad adaptativa y la resiliencia sanitaria para reducir morbi-mortalidad climato-sensible mediante capacidad operativa del sistema de salud, vigilancia temprana, gestión del calor y de eventos hidrometeorológicos, manejo integrado de vectores y agentes, con enfoque en poblaciones vulnerables.

Prioridad	Objetivo Estratégico
5. Infraestructura	Aumentar la capacidad adaptativa y la resiliencia de la infraestructura estratégica (transporte, energía, agua, saneamiento y equipamientos) para asegurar la continuidad de los servicios esenciales, mediante la incorporación de evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad climática en todas las fases del ciclo de vida de los proyectos (planificación, diseño, construcción, rehabilitación y operación), junto con mecanismos de gestión compartida del riesgo y criterios de localización segura.
6. Riesgo de desastres	Reducir la exposición y vulnerabilidad frente a fenómenos extremos y de evolución lenta para evitar pérdidas humanas y daños económicos y no económicos mediante sistemas de conocimiento, alertas tempranas multiamenaza, ordenamiento con criterios de riesgo y articulación Gestión de Riesgos de Desastres (GRD) – Adaptación al Cambio Climático.
7. Patrimonio cultural	Disminuir la vulnerabilidad del patrimonio material e inmaterial protegido ante amenazas climáticas para salvaguardar identidad, cohesión social y economías locales mediante su inclusión explícita en la gestión del riesgo de desastres y acciones de adaptación co-diseñadas con los saberes tradicionales de las comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, los Sistemas de Conocimiento de los Pueblos Indígenas y los saberes de Comunidades Locales.
8. Hábitat humano	(a) Aumentar la capacidad adaptativa de asentamientos humanos y de sus sistemas estructurantes para ciudades-región seguras, verdes y equitativas mediante soluciones basadas en la naturaleza, incremento de espacios verdes/azules y gestión de riesgos climáticos en vivienda y servicios. (b) Reducir sustancialmente los efectos adversos del cambio climático en la erradicación de la pobreza y los medios de subsistencia, en particular promoviendo el uso de medidas de protección social adaptativas en beneficio de todos.
9. Soberanía y democratización energética	Reducir el riesgo del sistema energético nacional y de los sistemas energéticos locales y la vulnerabilidad energética diferenciada de los territorios y de los sectores económicos, mediante el desarrollo de acciones de adaptación encaminadas al fortalecimiento de la capacidad adaptativa de las cadenas de valor del sector para garantizar el derecho a la energía y la prestación de un servicio fundamental para el desarrollo humano y económico inclusivo de las regiones.

Fuente: (República de Colombia, 2025a)

La NDC 3.0 integra seis enfoques transversales: el enfoque de género, el enfoque intergeneracional, el enfoque étnico diferencial, el enfoque sociocultural campesino, el enfoque de derechos humanos y el enfoque de construcción de paz con la naturaleza (República de Colombia, 2025a). Estos enfoques orientan el diseño de los compromisos del, concibiendo la acción climática como una oportunidad para fortalecer la democracia ambiental, garantizar derechos y asegurar la pervivencia de los pueblos y de los ecosistemas que sostienen la vida. La Tabla 4-42 presenta las metas y medidas de adaptación de la NDC 3.0 organizadas por dimensión temática y sector, e identifica para cada una si incorpora explícitamente el enfoque de género y el enfoque étnico y de comunidades locales, por ser estos los dos enfoques sobre que el Marco de Transparencia Reforzada exige exigen reporte específico y que se desarrollan en detalle en las secciones 4.4.4 del presente informe.

Tabla 4-42. Compromisos climáticos de la NDC 3.0 por dimensión, con identificación de enfoque diferencial

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
NDC3A01	Ampliación de la representatividad ecológica del SINAP al 2030	Incrementar al 2030, en un 15% con relación a la línea base de representatividad del 2021, los ecosistemas o unidades de análisis ecosistémicos no representados o subrepresentados en el SINAP.	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Ambiente	Promueve acciones transversales de género para el reconocimiento de las mujeres, comunidades y territorios, en el marco del Plan de Acción de Biodiversidad al 2030.	Formación de comunidades locales y grupos étnicos en gobernanza de áreas protegidas y restauración. Participación de grupos étnicos, comunidades locales y sociedad civil en procesos de declaratoria y manejo.
NDC3A02	Rehabilitación, recuperación o restauración en áreas del Sistema de Parques Nacionales al 2030	Incrementar al 2030, en 100.000 hectáreas, las áreas en proceso de rehabilitación, recuperación o restauración en las áreas del Sistema de Parques Nacionales y sus zonas de influencia.	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Ambiente	Distribución justa y equitativa de costos y beneficios de áreas protegidas, garantizando igualdad intergeneracional y de género, sin discriminación.	Capacitación a guardaparques, comunidades locales y pueblos étnicos en técnicas de restauración ecológica. Participación en procesos de restauración y acuerdos de conservación.
NDC3A03	Incorporación de cambio climático en instrumentos de manejo y control ambiental de la ANLA al 2030	Al 2030 se incluyen consideraciones de cambio climático en el 100% de los instrumentos de manejo y control ambiental de proyectos, obras y/o actividades en los que se identifique su aplicación y que son competencia de la ANLA, incluyendo licencias ambientales nuevas y modificaciones de licencias o instrumentos equivalentes con potencial de contribuir en la reducción de	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Ambiente	La implementación de esta medida de acuerdo con la estrategia de participación de la ANLA la cual incluye en enfoque diferencial y de género en la cual se establece que las acciones desarrolladas comprenderán y abordarán las desigualdades y brechas existentes en términos de género, etnia, edad, condición de discapacidad y otras características para garantizar la igualdad de oportunidades y acceso equitativo a la participación especialmente de los grupos en condición de vulnerabilidad.	No especificado de manera diferenciada.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
		emisiones y/o en la adaptación al cambio climático.				
NDC3A04	Actualización del Programa Nacional de Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar	Actualizar e implementar, a 2030, el 50% del Programa Nacional de Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar, incorporando criterios de adaptación al cambio climático.	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Ambiente	Conforme a la Ley 2243 de 2022; concilia función ecológica y necesidades de comunidades, hombres y mujeres, mediante participación y concertación.	Capacitación de comunidades locales y pueblos étnicos en gestión integral de manglares. Gobernanza participativa. Participación en actualización e implementación.
NDC3A05	Adaptación en Unidades Ambientales Costeras	A 2030, las zonas costeras e insulares han promovido acciones de adaptación ante el cambio climático en las UAC, para reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia socio-ecológica marino-costera.	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Ambiente	Consolidación de derechos territoriales étnicos, medidas de protección a defensores ambientales, con participación de mujeres, niñas, infancia, juventud y personas con discapacidad.	Participación de comunidades costeras y pueblos étnicos en priorización y ejecución, respetando culturas y derechos sobre tierras, territorios, recursos y sistemas de conocimiento tradicional.
NDC3A06	Iniciativas integrales de adaptación en ecosistemas de manglar	Al 2030, implementar al menos seis iniciativas integrales de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo en ecosistemas de manglar, orientadas a uso sostenible y conservación de servicios ecosistémicos.	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Ambiente	Conforme a la Ley 2243 de 2022; concilia función ecológica y necesidades de comunidades, hombres y mujeres, mediante participación y concertación.	Participación y concertación de comunidades locales campesinas, indígenas, raizales y negras para la zonificación de áreas de preservación, uso sostenible y restauración.
NDC3A07	Áreas Marinas Protegidas incorporando Adaptación basada en Ecosistemas	A 2030, el 100% de las Áreas Marinas Protegidas del SINAP incorporarán medidas de AbE en sus planes de manejo,	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Ambiente	Considera conocimiento acumulado de comunidades locales y poblaciones nativas; promueve uso sostenible para	Participación de comunidades locales, pescadores y pueblos étnicos en la priorización e implementación.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
		fortaleciendo la resiliencia de ecosistemas marinos y comunidades costeras.			beneficio de comunidades incluyendo mujeres y jóvenes.	
NDC3A08	Colombia 30x30: 30% del territorio bajo figuras de protección antes del 2030	A 2030, al menos el 30% del territorio nacional (continental y marino) estará bajo figuras de protección o conservación complementaria con procesos activos de gestión.	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Ambiente	Considera conocimiento acumulado de comunidades locales y poblaciones nativas; promueve uso sostenible para beneficio de comunidades incluyendo mujeres y jóvenes.	Participación de pueblos étnicos, comunidades locales y sociedad civil en declaratoria y gestión.
NDC3A09	Restauración y resiliencia hídrica en ecosistemas de páramo y bosque altoandino priorizados	Al 2030, reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia socio-ecológica de los ecosistemas de páramo y bosque altoandino de Chingaza, Guerrero y Santurbán u otros páramos frente a la degradación y pérdida de servicios hídricos asociadas al cambio y la variabilidad climática, mediante la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza orientadas a la restauración y conservación.	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Ambiente	Reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia socioecológica de las personas que cuidan y/o habitan los ecosistemas de páramo y bosque altoandino de Chingaza, Guerrero y Santurbán u otros páramos de acuerdo con observación 15 del Comité de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC) sobre el acceso equitativo al agua y a los sistemas de gestión del agua	No especificado de manera diferenciada.
NDC3A10	Acciones de conservación y restauración en ecosistemas estratégicos en Colombia	Al 2030, implementar acciones de conservación y restauración ecológica en al menos 500 hectáreas de ecosistemas	Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Minero energético	Acciones para disminuir vulnerabilidad de mujeres y hombres frente al cambio climático, en el marco del programa de diversidad, equidad e inclusión de Ecopetrol y el CONPES 4080.	Reducción de vulnerabilidad de territorios protegiendo derechos de comunidades campesinas, indígenas y afrodescendientes, desde un enfoque de participación y libre determinación.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
		estratégicos priorizados, bajo enfoque de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN).				
NDC3AI1	Protección y conservación de microcuencas	Desarrollar a 2030 acciones de protección y conservación en 24 microcuencas abastecedoras de acueductos en municipios susceptibles al desabastecimiento.	Recursos hídricos	Agua y saneamiento básico	Incorporación del enfoque de género en la gestión sectorial del derecho al agua y el acceso al saneamiento básico, conforme a la guía sectorial de género.	Integración del Enfoque Diferencial, Interseccional, Étnico y Campesino, analizando cómo diversas condiciones generan vulnerabilidad en el acceso al hábitat y servicios (Resolución 0467 de 2025).
NDC3AI2	Acciones de adaptación para municipios susceptibles a desabastecimiento de agua	Desarrollar a 2030 acciones estructurales y no estructurales de gestión del riesgo para la adaptación al cambio climático en el 30% de los municipios priorizados por susceptibilidad al desabastecimiento.	Recursos hídricos	Agua y saneamiento básico	Incorporación del enfoque de género en la gestión sectorial del derecho al agua y el acceso al saneamiento básico, conforme a la guía sectorial de género.	Integración del Enfoque Diferencial, Interseccional, Étnico y Campesino, analizando vulnerabilidades particulares en el acceso al hábitat y servicios (Resolución 0467 de 2025).
NDC3AI3	Manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas	Alcanzar a 2030 el 68% del tratamiento de las aguas residuales urbanas domésticas.	Recursos hídricos	Agua y saneamiento básico	Incorporación del enfoque de género en la gestión sectorial del derecho al agua y el acceso al saneamiento básico.	Integración del Enfoque Diferencial, Interseccional, Étnico y Campesino en relación con el hábitat y el acceso a servicios (Resolución 0467 de 2025).
NDC3AI4	Reúso de aguas residuales domésticas	Reusar a 2035 el 10% de las aguas residuales domésticas tratadas para fines no potables, contribuyendo a la resiliencia hídrica en los municipios.	Recursos hídricos	Agua y saneamiento básico	Fomenta la participación de mujeres en la innovación tecnológica y en la toma de decisiones sobre el reúso del agua en comunidades urbanas, conforme al Plan de Acción de Género de la CMNUCC.	No especificado.
NDC3AI5	POMCA con consideraciones de cambio climático	Formular o ajustar a 2030 un mínimo de 135 Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas	Recursos hídricos	Ambiente	Procesos de formación comunitaria para la participación en POMCA. Innovación en metodologías participativas.	Coordinación entre Minambiente, Autoridades Ambientales Regionales, entidades territoriales y Autoridades Indígenas. Inclusión de

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
		Hidrográficas incorporando consideraciones de variabilidad y cambio climático.			Protección especial a mujeres agricultoras en acceso equitativo al agua (CDESC, Obs. 15).	enfoques diferenciales étnicos y rurales.
NDC3A16	Acotamiento de cuerpos de agua priorizados al 2030	Acotar a 2030 los cuerpos de agua priorizados por las Autoridades Ambientales competentes, conforme a la guía técnica del Ministerio de Ambiente.	Recursos hídricos	Ambiente	Formación comunitaria para la participación en planificación de macrocuencas. Protección especial a mujeres agricultoras en acceso equitativo al agua (CDESC, Obs. 15).	Participación de comunidades locales, pueblos étnicos y sectores productivos en procesos de concertación.
NDC3A17	Implementación de medidas climáticas en Planes Estratégicos de Macrocuencas al 2030	Al 2030 promover acciones priorizadas en los Planes Estratégicos de Macrocuencas, que aporten a la implementación de medidas de adaptación y mitigación del cambio climático de cada Macrocuenca.	Recursos hídricos	Ambiente	De acuerdo con la observación 15 del Comité de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC) mediante la cual se establece que los Estados deben “hacer lo posible para asegurar que los agricultores desfavorecidos y marginados, en par□cular las mujeres, tengan un acceso equitativo al agua y a los sistemas de gestión del agua, incluidas las técnicas sostenibles de recogida de agua de lluvia y de irrigación” (CDESC, 2002) e incluso en situaciones de grave escasez de recursos los Estados deben proteger a las poblaciones vulnerables de la sociedad a través de programas específicos, en el ámbito de esta obligación se inscribe el Programa Agua es Vida.	No especificado de manera diferenciada.
NDC3A18	Aumento en la disponibilidad de agua para riego y uso doméstico	Al 2030, implementar programas de captación de agua lluvia (120.000 m^3) en la jurisdicción de la CAR para incrementar	Recursos hídricos	Ambiente	De acuerdo con la observación 15 del Comité de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC) mediante la cual se establece que los Estados deben “hacer lo posible para	No especificado de manera diferenciada.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
		la disponibilidad de agua para riego y uso doméstico con el fin de reducir el impacto de los periodos de sequía.			asegurar que los agricultores desfavorecidos y marginados, en par□cular las mujeres, tengan un acceso equitativo al agua y a los sistemas de gestión del agua, incluidas las técnicas sostenibles de recogida de agua de lluvia y de irrigación" (CDESC, 2002) e incluso en situaciones de grave escasez de recursos los Estados deben proteger a las poblaciones vulnerables de la sociedad a través de programas específicos, en el ámbito de esta obligación se inscribe el Programa Agua es Vida.	
NDC3A19	Conservación de cuencas abastecedoras	Al 2030, implementar un esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en cuencas abastecedoras del departamento de Cundinamarca, con el fin de conservar 20.000 hectáreas de ecosistemas estratégicos y fortalecer la regulación hídrica en municipios priorizados.	Recursos hídricos	Ambiente	De acuerdo con lo dispuesto en el Programa Nacional de Pago por Servicios Ambientales en el cual se dispone el esquema de personas beneficiarias, propietarias de los predios, poseedoras regulares, grupos étnicos y ocupantes de predios según lo dispuesto en la Ley 160 de 1994 la cual establece la consideración sobre las necesidades y los intereses específicos de las mujeres campesinas, afrocolombianas e indígenas, y de las juventudes rurales; así como las garantías de los derechos territoriales de los Pueblos Indígenas y de las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, y comunidades campesinas.	No especificado de manera diferenciada.
NDC3A20	Incorporación de consideraciones climáticas en la planificación	Adoptar a 2030 consideraciones de cambio climático en los instrumentos de planificación del	Seguridad alimentaria y producción agropecuaria	Agropecuario	Reducción de vulnerabilidad con perspectiva de género e interseccional. Líneas estratégicas 5.4 y 5.5 del PIGCCS.	Participación de asociaciones campesinas, indígenas y afrodescendientes en la definición y validación de indicadores de resiliencia.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
	agropecuaria y adaptación al 2030	sector agropecuario (PIGCCS) e implementar acciones de adaptación.			Coordinación con la Dirección de Mujer Rural del MADR.	
NDC3A21	Implementación de modelos de adaptación en 11 subsectores agropecuarios al 2030	Implementar a 2030 modelos de adaptación en al menos 11 subsectores agropecuarios (arroz, maíz, papa, ganadería de carne y leche, caña panelera, cacao, banano, café, caña de azúcar y palma de aceite).	Seguridad alimentaria y producción agropecuaria	Agropecuario	Reducción de vulnerabilidad con perspectiva de género e interseccional. Líneas estratégicas 5.4 y 5.5 del PIGCCS. Coordinación con la Dirección de Mujer Rural del MADR.	Participación de gremios, asociaciones campesinas y pueblos étnicos en diseño e implementación de modelos.
NDC3A22	Ampliación de cobertura y participación en mesas técnicas agroclimáticas al 2030	Ampliar a 2030 la cobertura de mesas técnicas agroclimáticas a 5 regiones naturales (Andina, Caribe, Amazonía, Pacífica y Orinoquía) y suministrar información agroclimática a todos los productores.	Seguridad alimentaria y producción agropecuaria	Agropecuario	Capacitación de productores y comunidades en uso de información agroclimática. Gestión del cambio climático con perspectiva de género e interseccional; coordinación con la Dirección de Mujer Rural.	Participación de asociaciones de productores y pueblos étnicos en las Mesas Técnicas Agroclimáticas.
NDC3A23	Transición agroecológica nacional para la adaptación y la soberanía alimentaria	Para 2035, al menos el 50% de las cadenas productivas agrícolas y forestales habrán iniciado procesos de transición agroecológica y climáticamente inteligentes, con mecanismos de seguimiento y verificación.	Seguridad alimentaria y producción agropecuaria	Agropecuario	Fortalecimiento de prácticas productivas de la agricultura campesina, familiar, étnica y comunitaria, conforme al PAGCC-CO y líneas estratégicas del PIGCCS con perspectiva de género e interseccional.	Participación de asociaciones campesinas, indígenas y afrodescendientes en indicadores de resiliencia. Fortalecimiento de Escuelas Agroecológicas y redes de promotoría campesina y étnica.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
NDC3A24	Acciones para reducir los casos de enfermedades sensibles al clima (formulación)	Formular a 2030 acciones de adaptación en prevención de la enfermedad y promoción de la salud en el 100% de las entidades del sector salud departamental, distrital y municipal.	Salud humana	salud y protección social	Conforme al compromiso del sector salud en el PAGCC-CO, Acciones para la Igualdad de Género, la Sostenibilidad y la Justicia Climática.	Participación comunitaria y enfoque diferencial para poblaciones rurales, étnicas y en pobreza extrema.
NDC3A25	Acciones para reducir los casos de enfermedades sensibles al clima (implementación)	A 2030, el 40% de las instituciones prestadoras de servicios de salud del sector público habrán implementado acciones de adaptación ante eventos asociados a la variabilidad y cambio climático.	Salud humana	salud y protección social	Conforme al PAGCC-CO y las PIGCC del sector Salud; acciones de promoción de la salud, detección temprana, protección específica, diagnóstico, tratamiento y educación para la salud.	No especificado de manera diferenciada; implícito en el enfoque diferencial sectorial.
NDC3A26	Evaluación y análisis de la vulnerabilidad por cambio climático en el sector salud	Al 2035, realizar evaluaciones de vulnerabilidad climática en salud en al menos el 30% de los departamentos, integrando resultados al SIIVRA y al sistema de vigilancia en salud pública.	Salud humana	salud y protección social	Conforme al PAGCC-CO, Acciones para la Igualdad de Género, la Sostenibilidad y la Justicia Climática en prevención de la enfermedad y promoción de la salud.	Participación comunitaria y enfoque diferencial para poblaciones rurales, étnicas, niños y adultos mayores. Derecho al conocimiento y la participación en decisiones sanitarias.
NDC3A27	Incorporar los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial y el concepto de Corredor Geotécnico	Incorporar los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial y el concepto de Corredor Geotécnico en la estructuración de nuevos proyectos viales a cargo del sector transporte a partir del 2026.	Infraestructura	Transporte	Conforme al PAGCC-CO para el sector Transporte; estrategia de movilidad activa con enfoque de género diferencial, generando beneficios ambientales, de seguridad vial, salud y género (Resolución 20223040064995 de 2022).	No especificado de manera diferenciada.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
NDC3A28	Implementar el plan de acción de la política de gestión del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático	Implementar las actividades establecidas para su ejecución a 2030 del plan de acción de la política de gestión del riesgo de desastres y adaptación al cambio climático.	Infraestructura	Transporte	Conforme al PAGCC-CO para el sector Transporte; estrategia de movilidad activa con enfoque de género diferencial (Resolución 20223040064995 de 2022).	No especificado de manera diferenciada.
NDC3A29	Lineamientos de infraestructura verde ferroviaria	Formular los lineamientos de infraestructura verde para el modo férreo y la estructuración en un proyecto piloto.	Infraestructura	Transporte	Conforme con el compromiso del sector Transporte dispuesto en el Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia (PAGCC-CO) Acciones para la Igualdad de Género, la Sostenibilidad y la Justicia Climática en el marco de la implementación de la Estrategia de movilidad activa con enfoque de género la cual desarrolla acciones que permitan promover e impulsar la movilidad activa con enfoque de género diferencial en el territorio nacional, generando beneficios en materia ambiental, seguridad vial, salud y principalmente en materia de género y diferencial para responder a las necesidades de movilidad activa de todas las personas en el marco de la Resolución 20223040064995 de 2022 "Por la cual se adiciona y modifica la Resolución 000283010 de 2019 del Ministerio de Transporte.	No especificado de manera diferenciada.
NDC3A30	Fortalecimiento de la red nacional de monitoreo y alertas tempranas al 2030	Incrementar a 2030, del 24% al 35%, la red de monitoreo con transmisión en tiempo real conectada a sistemas de alerta temprana,	Desastres	Ambiente	Conforme al compromiso del IDEAM en el PAGCC-CO; fortalecimiento de capacidad nacional para el monitoreo con enfoque poblacional, diferencial y de género.	Desarrollo de capacidades comunitarias para aportar información local. Participación de comunidades, pueblos étnicos y sociedad civil en la difusión de información generada en la red.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
		coordinando con la UNGRD el fortalecimiento de capacidades territoriales.				
NDC3A31	Reducción de áreas afectadas por incendios forestales al 2030	A 2030 el país reducirá en un 30% las áreas afectadas por incendios forestales respecto al 2019, operativizando los procesos de gestión, conocimiento y reducción del riesgo mediante siete estrategias.	Desastres	Ambiente	Reconoce impactos desproporcionados en mujeres rurales y jóvenes; protege medios de vida, salud y seguridad alimentaria (Resolución 0670 de 2025 del Fondo Nacional para la Gestión del Riesgo).	Corresponsabilidad social; comunidades locales como primera línea de prevención. Fortalecimiento de capacidades en educación, formación, prevención y alerta temprana. Participación en prevención y restauración.
NDC3A32	Localidades gestionadas frente al Plan Maestro de Erosión Costera	Al 2035, gestionar puntos o localidades de erosión costera en el marco del Plan Maestro de Erosión Costera actualizado.	Desastres	Ambiente	Considera conocimiento acumulado de comunidades locales y poblaciones nativas; promueve uso sostenible para beneficio de comunidades incluyendo mujeres y jóvenes.	Participación de comunidades costeras, pueblos étnicos y sectores productivos en la ejecución. Formación comunitaria en gobernanza costera y participación en proyectos de AbE.
NDC3A33	Plan de Gestión del Riesgo para el Patrimonio Cultural considerando adaptación al cambio climático	A 2030, formular el Plan de Gestión del Riesgo para el Patrimonio Cultural con estrategias para el conocimiento, reducción del riesgo y adaptación al cambio climático del patrimonio cultural.	Patrimonio cultural	Ambiente	Abordaje de representaciones de las mujeres desde una mirada interseccional, reconociendo sus contextos y usando narrativas como herramientas de transformación (guía de género del Ministerio de las Culturas).	Identificación de técnicas y saberes ancestrales para la adaptación. Trabajo con comunidades negras, afrodescendientes, raizales, palenqueras, Pueblos Indígenas, RROM y campesinos en la formulación del plan.
NDC3A34	Adaptación al cambio climático en instrumentos del sector Vivienda, Ciudad y Territorio	Incorporar a 2030 la adaptación al cambio climático en los instrumentos territoriales, a través del desarrollo de lineamientos, herramientas y criterios que orienten la gestión de la	Hábitat humano	Vivienda, agua y saneamiento básico	Conforme con la guía para la inclusión del enfoque de género para las mujeres en el ciclo de planeación y presupuestación sector vivienda, ciudad y territorio. Tomando en cuenta los enfoques dispuestos en la Resolución 0467 22 JUL 2025 la cual plantea que mediante la integración del Enfoque	No especificado de manera diferenciada.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
		adaptación en el sector.			Diferencial, Interseccional, Étnico y Campesino se analizará cómo las diversas condiciones y características de las personas y grupos (sociales, económicas, de género, etarias, étnico-raciales, de discapacidad, de identidad de género, de orientación sexual, pertenencia al campesinado, entre otras) interactúan generando situaciones particulares de vulnerabilidad, exclusión o discriminación en relación con el hábitat y el acceso a servicios.	
NDC3A35	Estrategias de adaptación para pequeñas, medianas y grandes empresas	Implementar a 2030 estrategias, acciones o proyectos de adaptación al cambio climático en mínimo el 10% de las empresas de los sectores priorizados.	Hábitat humano	Comercio, industria y turismo	Conforme al PAGCC-CO y la Resolución 273 de 2021; promueve igualdad de género, empoderamiento económico de la mujer y eliminación de estereotipos en sectores de la economía.	No especificado de manera diferenciada.
NDC3A36	Sistema de seguimiento para la reducción de vulnerabilidades y riesgos climáticos asociados a la energía	Al 2035 implementar el Sistema de M&E del sector minero-energético para identificar, reportar y reducir vulnerabilidades climáticas, articulado al SIIVRA/SNICC.	Soberanía y democratización energética	Minero energético	Seguimiento semestral por la Oficina de Asuntos Ambientales y Sociales del MME, conforme a lineamientos de género del sector minero-energético y el PAGCC-CO.	Vinculación de comunidades locales y territorios étnicos en la definición de riesgos prioritarios.
NDC3A37	Sistema de alertas tempranas de variabilidad climática para garantizar la operación del sector energético	Al 2035, operativizar una herramienta de predicción climática intra-estacional e interanual para anticipar impactos en la operación sectorial y en la prestación de servicios energéticos esenciales.	Soberanía y democratización energética	Minero energético	Integración del enfoque de género en todos los niveles de la gestión del cambio climático; promueve participación plena, genuina e igualitaria de la mujer (lineamientos de género MME y PAGCC-CO).	No especificado de manera diferenciada.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
NDC3A38	Trayectorias adaptativas subsectoriales fundamentadas en la reducción de la vulnerabilidad de las cadenas de valor	Al 2035, diseñar e implementar trayectorias adaptativas para los subsectores de energía, hidrocarburos y minería, con análisis de riesgo climático e hitos intermedios al 2030.	Soberanía y democratización energética	Minero energético	Promoción de participación plena, genuina e igualitaria de la mujer y su liderazgo en políticas climáticas nacionales y locales (lineamientos de género MME y PAGCC-CO).	Participación de comunidades locales y étnicas en territorios impactados por minería y energía.
NDC3A39	Fortalecimiento de la capacidad de transmisión nacional y regional para reducir la vulnerabilidad energética territorial	Al 2035, implementar medidas de adaptación basadas en análisis de riesgo climático para el Sistema de Transmisión Nacional (STN), Sistemas de Transmisión Regional (STR) y red de distribución, con hitos al 2030.	Soberanía y democratización energética	Minero energético	Promoción de participación plena, genuina e igualitaria de la mujer y su liderazgo en políticas climáticas (lineamientos de género MME, PIGCCME a 2050 y PAGCC-CO).	No especificado de manera diferenciada.
NDC3A40	Trayectorias adaptativas territorializadas para el confort climático en áreas urbanas y rurales	Al 2035, diseñar e implementar trayectorias adaptativas territorializadas para reducir la vulnerabilidad del hábitat humano y mejorar el confort climático, articulando instrumentos de gestión climática, con hitos al 2030.	Soberanía y democratización energética	Minero energético	Integración del enfoque de género en todos los niveles de la gestión del cambio climático; liderazgo de la mujer en políticas climáticas (lineamientos de género MME y PAGCC-CO).	Inclusión de comunidades locales y organizaciones sociales con enfoque étnico y territorial. Participación comunitaria en la definición de riesgos y medidas sectoriales.
NDC3A41	Comercialización y Regulación para una Transición con Criterios de Justicia Energética	Al 2035, formular, promover e implementar reformas regulatorias orientadas a reducir la vulnerabilidad energética de las	Soberanía y democratización energética	Minero energético	Integración del enfoque de género en todos los niveles de la gestión del cambio climático; liderazgo de la mujer en políticas climáticas (lineamientos de género MME, PIGCCME a 2050 y PAGCC-CO).	Inclusión de comunidades locales y organizaciones sociales en procesos de regulación con enfoque de justicia climática. Participación comunitaria y de territorios étnicos en definición de reformas regulatorias.

Código NDC	Nombre	Meta	Prioridad	Sector	Género	Enfoque Étnico y Comunidades Locales
		poblaciones y mejorar necesidades básicas de energía en contextos de cambio climático, con hitos al 2030.				
NDC3A42	Energización creciente para la reducción de vulnerabilidades energéticas en contextos de cambio climático	Al 2035, promover e implementar acciones para una energización creciente que atienda la demanda de energía en contextos de cambio climático y reduzca la vulnerabilidad energética, con hitos al 2030.	Soberanía y democratización energética	Minero energético	Integración del enfoque de género en todos los niveles de la gestión del cambio climático; liderazgo de la mujer en políticas climáticas (lineamientos de género MME, PIGCCME a 2050 y PAGCC-CO).	Inclusión de comunidades locales en programas de gestión social y comunitaria de la energía. Fortalecimiento de capacidades adaptativas territoriales. Participación de territorios étnicos en definición de proyectos.
NDC3PYD001	Pérdidas y daños	Para 2030 implementar la metodología de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales pos-desastre (EDANA), garantizando que el 100% de los eventos de desastre registrados en el sistema de Parques Nacionales de Colombia, sean evaluados de manera articulada con procesos nacionales de evaluación de riesgo de desastre y considerando impactos en medios de vida, servicios ecosistémicos, identidad cultural y biodiversidad.	N/A	Ambiente	No especificado de manera diferenciada.	No especificado de manera diferenciada.
NDC3PYD 002	Pérdidas y daños	Sistema de Evaluación de Daños y Pérdidas para el Sector Agropecuario.	N/A	Agropecuario	No especificado de manera diferenciada.	No especificado de manera diferenciada.

Fuente: (República de Colombia, 2025a)

Coherencia con la Estrategia Climática de Largo Plazo (E2050)

Las prioridades de la NDC guardan coherencia con la Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia E2050, comunicada ante la CMNUCC en 2021, que ofrece la visión de largo plazo articulada con el objetivo de carbono neutralidad y resiliencia climática para mediados del siglo XXI. Esta articulación refleja un ejercicio analítico sistemático en el que cada objetivo estratégico de adaptación fue evaluado frente a las opciones de transformación y referentes de ambición de la E2050, identificando las sinergias más relevantes para maximizar el impacto en términos de resiliencia climática de largo plazo. Como resultado, varias prioridades se correlacionan con más de una apuesta, reconociendo la naturaleza transversal e interdependiente de la adaptación. Esta correspondencia asegura, asimismo, la coherencia entre los compromisos de ciclo corto de la NDC y la visión de largo plazo de la E2050, en línea con las orientaciones del primer Balance Mundial (Decisión 2/CMA.5, COP28).

Adicionalmente cabe destacar que esta alineación con las apuestas de la E2050 se ha venido precisando, en la medida en que se ha venido analizando de manera detallada cada objetivo estratégico frente a las opciones de transformación y referentes de ambición de la E2050. Por esta razón cada prioridad nacional de adaptación se ha correlacionado con otras apuestas que le permiten tener un impacto más integral frente a la visión de largo plazo planteada en la E2050. La siguiente tabla presenta la correspondencia entre las nueve prioridades nacionales de adaptación y las Apuestas de Transformación de la Estrategia Climática de Largo Plazo – E2050 (2021).

Tabla 4-43. correspondencia entre las prioridades nacionales de adaptación y las Apuestas de Transformación de la Estrategia Climática de Largo Plazo – E2050

Prioridad nacional de adaptación	Apuestas de transformación – E2050 (numeración oficial)
1. Biodiversidad y servicios ecosistémicos	Apuesta 2. Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos Apuesta 5. Desarrollo rural sostenible diferenciado por regiones
2. Recurso hídrico	Apuesta 2. Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos Apuesta 5. Desarrollo rural sostenible diferenciado por regiones Apuesta 6. Ciudades-región con desarrollo urbano integral
3. Seguridad alimentaria y producción agropecuaria	Apuesta 1. Conocimiento y gobernanza climática Apuesta 3. Producción y consumo sostenibles para una economía innovadora e incluyente Apuesta 5. Desarrollo rural sostenible diferenciado por regiones
4. Salud humana	Apuesta 1. Conocimiento y gobernanza climática Apuesta 9. Incremento de la capacidad de adaptación y del sistema de salud

Prioridad nacional de adaptación	Apuestas de transformación – E2050 (numeración oficial)
5. Infraestructura	Apuesta 6. Ciudades - región con desarrollo urbano integral Apuesta 7. Matriz energética diversificada Apuesta 8. Movilidad e infraestructura sostenibles
6. Riesgo de desastres	Apuesta 1. Conocimiento y gobernanza climática
7. Patrimonio cultural	Apuesta 1. Conocimiento y gobernanza climática.
8. Hábitat humano	(a) Apuesta 1. Conocimiento y gobernanza climática Apuesta 6. Ciudades-región con desarrollo urbano integral Apuesta 8. Movilidad infraestructura sostenible
	(b) Apuesta 1. Conocimiento y gobernanza climática Apuesta 9. Incremento de la capacidad de adaptación y del sistema de salud
9. Soberanía y democratización energética	Apuesta 7. Matriz energética diversificada

Fuente. Elaboración propia.

Considerando que la E2050 se comunicó ante la CMNUCC en 2021, con posterioridad a la NDC 2.0, Colombia realizó el análisis de consistencia correspondiente para determinar cómo cada medida de este instrumento se relaciona con las apuestas planteadas en la Estrategia de Largo Plazo. Este ejercicio cobra mayor sentido con la presentación de la NDC 3.0, en la que las prioridades de adaptación se articulan explícitamente con las apuestas de transformación propuestas en la E2050, evidenciando la coherencia de las NDCs con la visión de largo plazo que ofrecen las estrategias climáticas nacionales.

Posteriormente, mediante la Ley 2169 de 2021, Colombia fortaleció su marco normativo interno en materia de acción climática, estableciendo disposiciones, instrumentos y metas orientadas a alcanzar la carbono neutralidad, la resiliencia climática y el desarrollo bajo en carbono en el corto, mediano y largo plazo. Aunque la Ley incorporó elementos que amplían y profundizan la ambición climática nacional, su propósito es complementar y facilitar la implementación de los compromisos internacionales previamente asumidos, incluyendo aquellos contenidos en la NDC. En este sentido, las metas de la NDC continúan siendo la referencia principal para los procesos de reporte internacional, mientras que la Ley 2169 constituye un instrumento de política pública que fortalece la gobernanza climática nacional, promueve la articulación entre sectores y territorios, y contribuye al cumplimiento efectivo de dichos compromisos. Por lo tanto, aunque existe una estrecha complementariedad entre ambos instrumentos, las metas derivadas de la Ley 2169 no sustituyen ni modifican las metas de adaptación reportadas en la NDC, sino que proporcionan mecanismos adicionales para su implementación, seguimiento y cumplimiento a nivel nacional.

4.3.2. Progresos alcanzados

Colombia ha avanzado de manera sostenida en la implementación de sus compromisos de adaptación durante el período cubierto por este informe. El seguimiento de los 42 compromisos de adaptación, integrado por las 30 metas de la NDC 2.0 y los 12 compromisos adicionales de la Ley 2169 de 2021, se realiza a través de la plataforma +Clima del DNP, que permite la trazabilidad del avance por sector y por meta. El estado detallado de implementación por sector, los avances cuantificados por compromiso y los resultados verificados se presentan en la sección 4.5 de este informe.

Conviene precisar que, aunque el país presentó en diciembre de 2025 una nueva contribución determinada a nivel nacional, y que muchas de las prioridades allí establecidas mantienen vigencia dado que la mayoría cuenta con un horizonte de implementación hasta 2030. En cuanto a los compromisos nuevos, el período transcurrido entre la comunicación de la NDC 3.0 y el corte del presente informe no permite verificar avances medibles de implementación, por lo que estos serán objeto de reporte en el siguiente ciclo bienal de transparencia.

4.3.3. Las dificultades, las carencias y los obstáculos en relación con la adaptación.

4.3.3.1. Limitaciones técnicas

- Los municipios y departamentos con mayor vulnerabilidad climática frecuentemente carecen de personal especializado en cambio climático. Los municipios de categoría 4, 5 y 6 presentan capacidades institucionales insuficientes para la implementación de medidas de adaptación.
- El monitoreo y la evaluación de la adaptación constituyen una de las áreas de mayor necesidad de fomento de capacidades. El diseño de sistemas de M&E robustos requiere competencias multidisciplinarias que no están disponibles de manera uniforme en las entidades del SISCLIMA.
- La alta rotación de profesionales en las entidades nacionales y territoriales genera pérdida de memoria institucional y discontinuidad en los procesos de planificación e implementación.
- La NDC 3.0 (2025) reconoce explícitamente los Sistemas de Conocimiento de los Pueblos Indígenas y los saberes de comunidades locales como elementos constitutivos de la adaptación, aunque su integración operativa sigue siendo limitada.

4.3.3.2. Limitaciones financieras

- Las necesidades de financiamiento superan significativamente los flujos disponibles, tanto de fuentes nacionales como internacionales.
- Los flujos de financiamiento climático internacional se concentran en pocos canales y sectores, con participación predominante de la cooperación bilateral alemana (GIZ) y la banca multilateral (BID, BM). El acceso del nivel territorial a fondos como el GCF y el GEF sigue siendo muy limitado por los altos requerimientos técnicos de acreditación.
- Aunque el Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA (Decreto 298 de 2016) lidera la articulación del financiamiento climático, la identificación y marcación del gasto de adaptación en los presupuestos sectoriales sigue siendo incipiente, lo que dificulta la cuantificación del financiamiento doméstico para el reporte.
- Muchas acciones de adaptación se financian mediante proyectos de cooperación con ciclos de 3 a 5 años, lo que genera discontinuidades en la implementación y limita la sostenibilidad de los resultados. La Estrategia Nacional de Financiamiento Climático busca abordar esta brecha, pero su implementación plena requiere tiempo.

4.3.3.3. Limitaciones institucionales

- La implementación de las medidas de adaptación involucra competencias concurrentes entre Minambiente, IDEAM, UNGRD, DNP, ministerios sectoriales y las CAR, lo que genera duplicidades, vacíos de coordinación y dificultades para la agregación de información hacia el ETF.
- La capacidad técnica y financiera de las Corporaciones Autónomas Regionales es heterogénea. Su papel como ejecutoras clave de las medidas de adaptación en el territorio contrasta con las limitaciones de muchas de ellas para implementar PIGCCTs y reportar al SNICC conforme a la Resolución 1383 de 2023.
- La presencia de grupos armados ilegales en territorios con alta vulnerabilidad climática, especialmente en la Amazonía, el Pacífico y zonas de frontera, limita severamente la implementación de acciones de adaptación, el levantamiento de información de campo y la participación comunitaria.
- Muchas acciones implementadas dependen de proyectos con horizontes de 3 a 5 años, sin mecanismos asegurados de continuidad institucional, lo que compromete la sostenibilidad de los resultados más allá de los ciclos de cooperación.

4.3.3.4. Brechas territoriales/ sectoriales

En un sondeo realizado sobre las percepciones de los funcionarios respecto a las limitaciones más significativas en el seguimiento de los PIGCCT muestra pautas estructurales que comprometen la efectividad de estos instrumentos. Los hallazgos sugieren que las restricciones presupuestarias constituyen el principal obstáculo identificado por los encuestados.

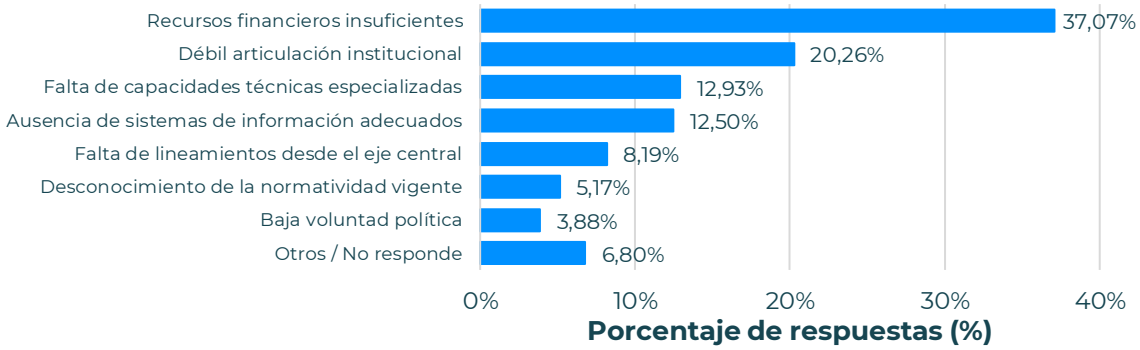


Figura 4-48. Brecha más Critica para el Seguimiento y Reporte de los PIGCCT

Fuente: Adaptado de (Giraldo, 2025)

Los resultados presentan que el 37,07% de los participantes considera que la insuficiencia de recursos financieros representa la barrera más significativa para establecer sistemas de seguimiento robustos y continuos de los PIGCCT. Esta limitación trasciende desde la simple disponibilidad de fondos, reflejando deficiencias estructurales en la asignación presupuestaria territorial para iniciativas de cambio climático.

La débil articulación institucional emerge como segunda prioridad 20,26%, señalando la fragmentación en los mecanismos de coordinación entre las entidades del orden nacional, departamental y municipal. Esta desarticulación genera duplicidades, vacíos de competencia y limitada efectividad en la implementación de acciones climáticas territoriales.

El conjunto de limitaciones técnicas, representado por la falta de capacidades técnicas especializadas 12,93% y la ausencia de sistemas de información adecuados 12,50%, totaliza el 25,43% de las percepciones. Estas deficiencias revelan brechas importantes en la disponibilidad de personal calificado y plataformas tecnológicas apropiadas para el procesamiento, análisis y reporte de información climática.

La carencia de lineamientos desde el nivel central 8,19% y el desconocimiento de la normatividad vigente 5,17% evidencian desafíos en la comunicación y apropiación de directrices técnicas y regulatorias. Finalmente, la baja voluntad

política 3,88% sugiere que, aunque presente, este factor no constituye una limitación predominante según la percepción de los encuestados.

Tipificación de obstáculos para la adaptación al Cambio Climático

La clasificación tipológica de los obstáculos para la adaptación constituye un elemento analítico que va más allá de su simple enumeración. Su propósito es orientar de manera estratégica la identificación de las necesidades de apoyo que Colombia necesita fortalecer.

Se realiza una tipología para cada obstáculo dando un tipo principal que refleja la naturaleza dominante de la barrera y, cuando corresponde, un tipo secundario que indica la dimensión agravante o complementaria. Esta doble clasificación reconoce que los obstáculos para la adaptación son raramente unidimensionales: un obstáculo financiero puede ser a la vez institucional si su origen está en el diseño de los mecanismos de acceso; un obstáculo de capacidad puede estar agravado por la insuficiencia de recursos financieros para sostener equipos técnicos. Explicitar esta doble naturaleza es relevante para el diseño de respuestas de política que ataquen las causas raíz y no únicamente los síntomas visibles de cada barrera.

Tabla 4-44. Tipificación de obstáculos para la adaptación

Categoría	Limitación / obstáculo	Descripción síntesis	Tipo (principal / secundario)
Técnicas	Fragmentación institucional en la ejecución	Competencias concurrentes entre Minambiente, IDEAM, UNGRD, DNP, ministerios sectoriales y CAR generan duplicidades y vacíos de coordinación que dificultan la agregación de información hacia el ETF.	Institucional
	Capacidad técnica heterogénea de las CAR	Las limitaciones técnicas y financieras de muchas CAR contrastan con su rol como ejecutoras clave de adaptación territorial, dificultando la implementación de PIGCCTs y el reporte al SNICC.	Capacidad / Financiero
	Conflicto armado en territorios de alta vulnerabilidad	La presencia de grupos armados en la Amazonía, el Pacífico y zonas de frontera limita la implementación de acciones de adaptación, el levantamiento de información y la participación comunitaria.	Contextual / estructural
	Discontinuidad por ciclos cortos de cooperación	Muchas acciones de adaptación se sostienen en proyectos con horizontes de 3 a 5 años, sin mecanismos que garanticen la continuidad institucional una vez concluye el ciclo de financiamiento externo.	Financiero / Institucional

Categoría	Limitación / obstáculo	Descripción síntesis	Tipo (principal / secundario)
Financiamiento	Brecha estructural entre necesidades y recursos disponibles	Las inversiones requeridas para las 30 metas de adaptación NDC superan significativamente los flujos de financiamiento disponibles, tanto de fuentes nacionales como internacionales.	Financiero / Contextual / estructural
	Concentración del financiamiento internacional en pocos canales	Los flujos de financiamiento climático recibido se concentran en cooperación bilateral alemana (GIZ) y banca multilateral (BID, BM). El acceso territorial a GCF y GEF es muy limitado.	Financiero / Institucional
	Limitada etiquetación del gasto público de adaptación	La identificación y marcación del gasto de adaptación en los presupuestos sectoriales sigue siendo incipiente, dificultando la cuantificación del financiamiento doméstico para el reporte ETF.	Institucional / Información / metodológico
	Dependencia de cooperación con horizontes cortos	Combina insuficiencia de financiamiento doméstico de largo plazo con ausencia de mecanismos que garanticen la continuidad de las acciones al concluir el ciclo de cooperación.	Financiero / Institucional
Institucionales	Déficit de especialistas en adaptación en el nivel territorial	Los municipios de categoría 4, 5 y 6 tienen dificultades institucionales para implementar medidas de adaptación por carencia de personal técnico especializado en cambio climático.	Capacidad / Financiero
	Brechas en capacidades para el M&E de adaptación	El diseño de sistemas de M&E robustos requiere competencias multidisciplinarias no disponibles de manera uniforme en las entidades del SISCLIMA.	Capacidad / Información / metodológico
	Alta rotación de personal técnico especializado	La rotación de profesionales en entidades nacionales y territoriales genera pérdida de memoria institucional y discontinuidad en la planificación e implementación.	Capacidad / Institucional
	Limitada integración del conocimiento tradicional	Los mecanismos institucionales para integrar los Sistemas de Conocimiento de Pueblos Indígenas y saberes de comunidades locales en la planificación de adaptación son aún incipientes.	Institucional / Capacidad
M&E de la adaptación	Sistema de M&E de la Adaptación en fase de diseño - meta NDC 3.0	La NDC 3.0 (2025) establece como meta el diseño del Sistema de M&E de la Adaptación bajo rectoría normativa del Minambiente. Su ausencia condiciona	Institucional / Capacidad

Categoría	Limitación / obstáculo	Descripción síntesis	Tipo (principal / secundario)
		estructuralmente la capacidad de reporte ETF en ciclos subsiguientes.	
	SIIVRA en consolidación (meta NDC 2.0: 2030)	El SIIVRA opera en dimensiones de recursos hídricos, salud humana y biodiversidad; pendiente en seguridad alimentaria e infraestructura. Es condición necesaria, no suficiente, del Sistema de M&E.	Institucional / Financiero
	Interoperabilidad incompleta entre subsistemas del SNICC	La articulación plena entre SIIVRA, SISAIRE, SIRH, SMBYC, RUNAP y otros subsistemas del SNICC exigida por la Resolución 1383/2023 aún no se ha logrado.	Institucional / Información / metodológico
	Dificultad de atribución de resultados a políticas específicas	La múltiple causalidad de los cambios en vulnerabilidad y resiliencia dificulta atribuir resultados a políticas concretas. Es uno de los retos técnicos centrales del diseño del Sistema de M&E.	Información / metodológico
	Ausencia de indicadores universales para la adaptación	A diferencia de la mitigación, la adaptación carece de métricas comparables. El Sistema de M&E deberá resolver la articulación entre indicadores nacionales del SIIVRA y los requerimientos del OGA (Decisión 2/CMA.5).	Información / metodológico / Institucional
	Horizontes temporales amplios para la materialización de impactos	Los impactos de la adaptación se materializan en décadas, dificultando la demostración de avances en ciclos bienales de reporte BTR.	Información / metodológico / Contextual / estructural

Fuente. Elaboración propia.

El análisis revela que los obstáculos de institucional/gobernanza son los más frecuentes y los más transversales entre categorías. Este hallazgo es coherente con el estado de desarrollo del SISCLIMA colombiano: el país cuenta con un marco normativo sólido, pero la arquitectura institucional para operacionalizarlo presenta brechas significativas en coordinación interinstitucional, capacidad territorial y articulación de sistemas de información. En consecuencia, las necesidades de apoyo prioritarias de Colombia en el ámbito de la adaptación no son únicamente financieras sino también de acompañamiento técnico para el fortalecimiento institucional.

4.4. Estrategias, políticas, planes y objetivos

Colombia cuenta con una arquitectura de instrumentos para orientar la adaptación al cambio climático en distintos niveles de decisión. En el nivel

nacional, la PNCC, el PNACC, la Estrategia Climática de Largo Plazo y la NDC establecen objetivos, prioridades y compromisos. En el nivel sectorial, los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales permiten que cada ministerio incorpore la adaptación en su planificación y gestión. En el nivel territorial, los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales orientan la adaptación conforme a las competencias, capacidades y prioridades de departamentos, municipios, distritos y autoridades ambientales.

Esta sección describe la función de esos instrumentos y su relación con el seguimiento de la adaptación. Los avances de implementación se presentan en la sección 4.5, con el fin de evitar duplicidades y mantener una lectura ordenada.

4.4.1. Aplicación de medidas de adaptación acordes con el objetivo mundial relativo a la adaptación

En el marco del seguimiento al Objetivo Global de Adaptación (OGA), establecido en el artículo 7, párrafo 1, del Acuerdo de París, la CMA 7, celebrada en Belém en noviembre de 2025, adoptó mediante la decisión 12/CMA.7 el conjunto de 59 Indicadores de Belém, orientados a medir el avance hacia las metas temáticas y dimensionales del Marco de los EAU para la Resiliencia Climática Global (decisión 2/CMA.5). La misma decisión estableció la Visión Belém–Addis sobre Adaptación, un proceso de alineación de políticas a dos años cuyas conclusiones serán consideradas en la CMA 9 / COP 32, que se realizará en Addis Abeba en 2027, y en el que los indicadores ingresan a su fase de prueba. Reconociendo su carácter voluntario y no prescriptivo, y atendiendo a la invitación de la decisión 12/CMA.7 a integrar este marco en los procesos nacionales de reporte incluidos los BTR, Colombia presenta un análisis preliminar de la aplicabilidad de dichos indicadores.

El ejercicio evaluó la mensurabilidad inicial de los 59 indicadores frente a las fuentes de datos nacionales, de manera interinstitucional entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el IDEAM (administrador operativo del SIIVRA), el DNP y el DANE, valorando cada indicador frente a ocho criterios técnicos (Relevancia nacional, Disponibilidad de datos, alineación con políticas nacionales, enfoque de vulnerabilidad, Viabilidad Técnica, implicaciones financiera, necesidades de financiamiento, coherencia internacional). Se obtuvo convergencia de al menos tres de las cuatro entidades en el 61 % de los indicadores. Estos resultados se sintetizan en la Tabla 4-45 que clasifica los 59 indicadores según su disponibilidad de información.

Tabla 4-45. Disponibilidad de información en los indicadores

Medibles con datos actuales	Medibles parcialmente	No medibles con datos actuales
7 indicadores	30 indicadores	22 indicadores

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados muestran que la mayoría de los indicadores no puede medirse de forma completa con la información actualmente disponible. Esto no implica una ausencia de capacidades nacionales, sino la necesidad de fortalecer las definiciones operativas, la interoperabilidad de datos entre sistemas y las metodologías de atribución de resultados de adaptación.

La mayor capacidad de medición se concentra en las metas dimensionales del ciclo de la adaptación (evaluación de impactos, riesgos y vulnerabilidad; planificación; implementación; y monitoreo y evaluación). El indicador 40 (meta 10a) es la fortaleza más sólida del país: el SIIVRA dispone de análisis de vulnerabilidad y riesgo climático a escala municipal bajo los escenarios SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5 para 2021–2100, con metodología del IDEAM. Se suman metas temáticas con viabilidad operativa: el indicador 16 (meta 9c, salud) se alimenta de los registros del SIVIGILA del INS sobre enfermedades sensibles al clima, y el indicador 31 (meta 9f, pobreza) de las series de pobreza monetaria y multidimensional del DANE, ambas integradas al SIIVRA.

El mapeo confirmó correspondencias directas con instrumentos nacionales en agua, salud, ecosistemas, pobreza, riesgo, pérdidas y daños, planificación y monitoreo, así como una fuerte alineación con el PNACC y la NDC. La brecha recurrente no es la ausencia de datos sectoriales, sino la necesidad de incorporar un componente explícito de resiliencia climática y de fortalecer las metodologías de atribución del cambio observado a las medidas de adaptación.

Cerca de diez indicadores no son medibles en su formulación actual, por dificultades de atribución contrafactual (ind. 15 y 51), ausencia de definiciones operacionales de resiliencia (ind. 23 y 25), inexistencia de inventarios y registros con variables de resiliencia (ind. 3, 8, 22, 33 y 35) y la imposibilidad de desagregar el riesgo climático del ordinario (ind. 9). Frente a ello, Colombia propone el uso de indicadores similares nacionales verificables, amparados en el carácter voluntario y contextual de la decisión 12/CMA.7 y en la flexibilidad del Marco de Transparencia Reforzado, la precisión conceptual y desagregación de indicadores ambiguos en subindicadores medibles, la clasificación progresiva de los no medibles como indicadores de largo plazo sujetos a guía metodológica y medios de implementación, y el tratamiento cualitativo u opcional de la atribución mientras no exista metodología acordada.

La incorporación se apoya en el SIIVRA (Ley 2169/2021; Resolución 1383/2023) como plataforma del sistema de Monitoreo y Evaluación de la adaptación, articulado al Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y al SNICC; en el PNACC y la NDC 3.0 (escenarios SSP del IDEAM y enfoque diferencial) y con base a los PIGCC (Resolución 0849/2022).

Relación entre indicadores nacionales existentes y los indicadores de Belém

La evaluación identificó correspondencias directas entre varios Indicadores de Belém y los instrumentos e indicadores nacionales en operación, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 4-46. Relación entre los indicadores de Belem y los indicadores nacionales

Ind.	Indicador de Belém- Grupo	Indicador / sistema nacional relacionado
2	Eficiencia en el uso del agua	Índice de Eficiencia en el Uso del Agua (IDEAM, por subzona hidrográfica); ENA
5 – 6	Agua potable y saneamiento resilientes	Inversión en agua potable y saneamiento (DNP–SIIVRA); cobertura Superservicios/MVCT
16	Enfermedades sensibles al clima	SIVIGILA – INS (dengue, malaria, leishmaniasis, chikunguña), integrado al SIIVRA
18 – 19	Servicios de salud resilientes	SISPRO y Rutas Integrales de Atención en Salud (RIAS)
26	Estado de amenaza de ecosistemas	Lista Roja de Ecosistemas (UICN–Colombia); SiB Colombia
31 – 32	Pobreza y protección social	Pobreza monetaria e IPM (DANE); Sisbén IV; integrados al SIIVRA
40 / 43	Vulnerabilidad, riesgo y población expuesta	SIIVRA – análisis de riesgo municipal por escenarios SSP (IDEAM)
50	Seguimiento de pérdidas y daños	Registros UNGRD; alineación con la Red de Santiago
46 / 47	Planes de adaptación y enfoque de género	PNACC; NDC 3.0; PIGCC (Resolución 0849/2022); enfoque diferencial
55 – 58	Sistema de M&E de adaptación	SIIVRA (Ley 2169/2021; Resolución 1383/2023); SIAC; SNICC

Fuente. Elaboración propia.

El criterio de mayor consenso del ejercicio fue la alineación con los procesos de los Planes Nacionales de Adaptación (NAPS) y las NDC, lo que confirma que los instrumentos de política pública de Colombia están estratégicamente posicionados frente al marco de Belém.

4.4.2. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT)

Los PIGCCT constituyen los instrumentos de planificación climática establecidos por la Ley 1931 de 2018 con carácter mandatorio para los departamentos como primer nivel administrativo del país. En concordancia con el marco institucional del país, cada PIGCCT orienta la identificación, evaluación, priorización y ejecución de medidas sectoriales y territoriales de adaptación y mitigación de gases efecto invernadero (GEI). Estos instrumentos guardan estricta articulación con el PNACC, las metas de la NDC actualizada y los instrumentos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) a nivel subnacional.

Aunque para los municipios y/o distritos su formulación es potestativa, el marco normativo nacional mandata la incorporación obligatoria de programas, proyectos y metas climáticas alineadas con los PIGCCT departamentales dentro de sus respectivos planes de desarrollo territorial.

La estructura metodológica de estos instrumentos se encuentra regida por la Resolución 0849 de 2022, la cual adopta la guía técnica para la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de los PIGCCT. Esta resolución orienta a las entidades territoriales hacia el cumplimiento de la meta de la NDC, que estipula una cobertura del 100% de los departamentos del país con instrumentos de planificación climática adoptados e implementados al año 2030. En este sentido los PIGCCT operan como herramientas complementarias que visibilizan el nexo entre la gestión del cambio climático y la gestión del riesgo de desastres, integrando los tres componentes: adaptación, mitigación y gestión del riesgo. Así mismo su proceso de construcción y gobernanza vincula activamente a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR) en su rol de autoridades ambientales y apoyo técnico, a los NRCC como instancias fundamentales de coordinación e integración territorial, y a la sociedad civil, la academia, comunidades y pueblos y el sector privado a través de procesos participativos e inclusivos.

Al corte del período reportado en este informe los 32 departamentos del país cuentan con sus PIGCCT formulados. Estos corresponden a: La Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Cesar, Norte de Santander, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío, Tolima, Huila, Valle del Cauca, Cauca, Nariño, Chocó, Arauca, Casanare, Meta, Vichada, Guainía, Guaviare, Vaupés, Caquetá, Putumayo y Amazonas. El departamento de Bolívar culminó la formulación de su PIGCCT y actualmente adelanta el proceso de adopción formal mediante acto administrativo. Por su parte, el departamento del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina presenta una condición particular: cuenta con un Plan de Adaptación vigente, pero carece del componente de mitigación requerido por la normativa nacional. En consecuencia, el territorio avanza en la reestructuración y ampliación de su instrumento actual para transicionar desde un enfoque exclusivo de adaptación hacia el modelo integral exigido por el formato PIGCCT.

El análisis de los ejes estratégicos priorizados en los PIGCCT revela una orientación predominantemente adaptativa consistente con la alta vulnerabilidad climática de los territorios (Figura 4-49). Los tres ejes con mayor representatividad dentro de estos instrumentos corresponden a: i) adaptación de sistemas productivos y seguridad alimentaria (65%), ii) seguridad hídrica y gestión del recurso hídrico (55%) y iii) gestión del riesgo climático (45%). Esta priorización guarda coherencia técnica con los escenarios de cambio climático proyectados para Colombia, los cuales preveen incremento en la frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos, alteración de ciclos hídricos y afectación de la producción agropecuaria particularmente en las regiones Andina, Caribe y

Pacífica. En contraste, se identifican oportunidades de fortalecimiento en líneas estratégicas clave como la biodiversidad y la conservación de ecosistemas y servicios ecosistémicos (35%), la gobernanza y el fortalecimiento institucional (32%) y la resiliencia urbana y el ordenamiento territorial (32%). Lo anterior evidencia la necesidad de internalizar de manera sistemática la adaptación basada en ecosistemas (AbE), como un enfoque costo-efectivo prioritario para un país megadiverso como Colombia. Finalmente, la baja representatividad de líneas asociadas a la transición energética y economía baja en carbono (16%) confirma el reto persistente de consolidar la visión de integralidad (que articule simultáneamente metas de adaptación y mitigación de GEI) consagrada en la Ley 1931 del 2018 y promovida bajo el marco del Acuerdo de París (Giraldo, 2025)

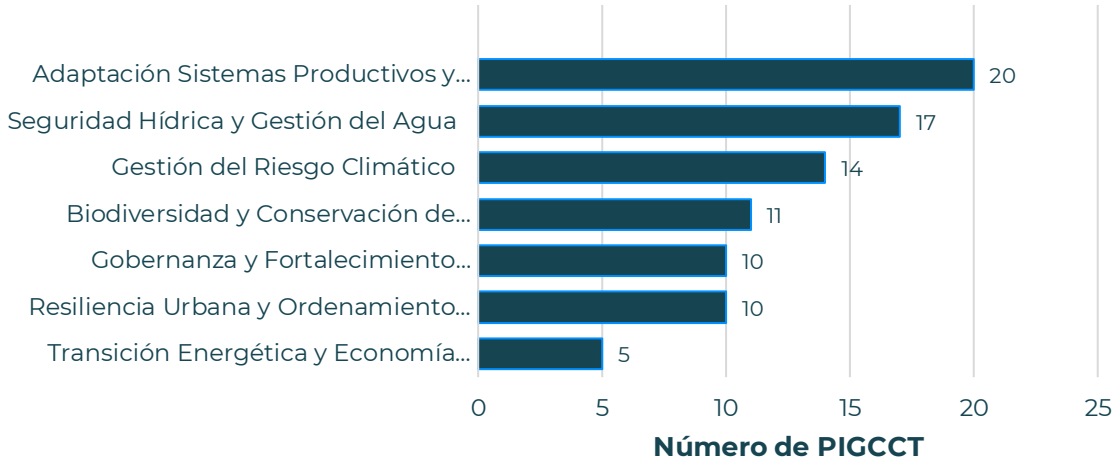


Figura 4-49. Distribución de Ejes estratégicos de los PIGCCT

Fuente: Adaptado de (Giraldo, 2025)

Alineación de los PIGCCT con instrumentos de política nacional y marcos de referencia. El análisis de apropiación e integración de los PIGCCT frente a los instrumentos de política nacional refleja una sólida alineación con los marcos estratégicos más consolidados del país, al tiempo que identifica la transición gradual hacia la incorporación de normativas recientes. De acuerdo con los resultados del levantamiento de información territorial, los principales instrumentos utilizados como referencia para la estructuración y alineación de los indicadores de los PIGCCT corresponden a:

a. **Política Nacional de Cambio Climático (PNCC):** Identificada por el 52,0% de las entidades territoriales evaluadas. Esta prevalencia ratifica la madurez institucional y el posicionamiento estratégico de la PNCC como el eje rector que direcciona la gestión climática en las regiones.
b. **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):** Registran un 48,4% de representatividad, lo que demuestra una efectiva integración de la Agenda

2030 global de sostenibilidad en los procesos de planificación departamental.

c. **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC):** Reporta una alineación del 46,4%, lo que confirma la alta prioridad asignada a las estrategias de reducción de vulnerabilidad y aumento de la resiliencia en el contexto territorial.
d. **Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD):** Alcanza el 39,6% de concordancia, evidenciando el nexo técnico y operativo entre la gestión del cambio climático y la gestión del riesgo, pilar fundamental para la seguridad territorial subnacional.

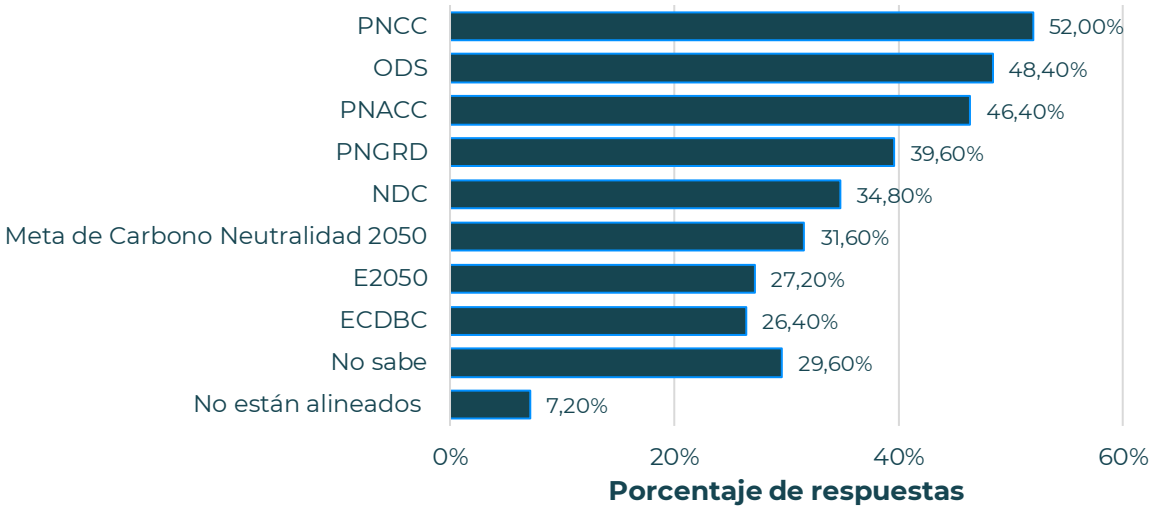


Figura 4-50. Alineación PIGCCT con Compromisos Nacionales

Fuente: Adaptado de (Giraldo, 2025)

4.4.3. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS)

Los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectorial (PIGCCS) constituyen los instrumentos de planificación climática a escala sectorial establecidos por la Ley 1931 de 2018. Son diseñados e implementados por cada ministerio cabeza de sector bajo la coordinación de CICC y en concordancia con la PNCC. Su función es definir, priorizar e implementar medidas sectoriales de adaptación y mitigación, articuladas con los compromisos de la NDC, el PNACC y la Estrategia Climática de Largo Plazo (E2050). Al momento de elaboración del presente reporte, Colombia cuenta con ocho PIGCCS formalizados (Tabla 4-47)

Tabla 4-47. Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectorial formalizados

Sector	Entidad líder	Acto administrativo de adopción	Horizonte temporal	Objetivo
Salud	Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud)	Resolución 0228 de 2026	Corto (2027), mediano (2030), largo plazo (2035)	"Consolidar una hoja de ruta con metas claras, responsabilidades definidas e indicadores de seguimiento, alineados con los ODS, los compromisos del país frente al Acuerdo de París, La Estrategia Climática de Largo Plazo (E2050) y políticas nacionales de cambio climático."
Minero-Energético	Ministerio de Minas y Energía	Res. 40807 de 2018 / actualizado Res. 40350 de 2021	Corto y mediano plazo (2021–2030), largo plazo (2050)	"Reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático y la promoción de un desarrollo bajo en carbono a nivel sectorial, fortaleciendo y protegiendo la sostenibilidad y competitividad de la Industria."
Comercio, Industria y Turismo	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT)	Resolución 1066 de 2021	Corto y mediano plazo	"Promover la competitividad y el mejoramiento de la productividad del sector, basado en el desarrollo bajo en carbono y la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático, a través del diseño, evaluación e implementación de políticas, programas y acciones de corto, mediano y largo plazo."
Agropecuario	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)	Resolución 0355 de 2021	Mediano y largo plazo (2030)	"Generar las condiciones para que los productores agropecuarios enfrenten los impactos y efectos del cambio climático en sus actividades productivas. Está dirigido a identificar, articular y orientar la implementación de las medidas que el sector debe desarrollar para mitigar la generación de gases de efecto invernadero (GEI) y reducir su vulnerabilidad frente al cambio climático."
Hacienda	Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP)	Finanzas Verde, 2024 PIGCCSH+B	Mediano plazo	"Trazar las acciones que permitan movilizar los recursos necesarios para desarrollar las estrategias de cambio climático y uso sostenible de la biodiversidad y el capital natural del país."
Vivienda	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Resolución 0431 de 2020	Largo plazo	"Reducir la vulnerabilidad de los sectores de vivienda, ciudad y territorio, agua y saneamiento básico, ante los efectos esperados del cambio climático y contribuir al desarrollo bajo en carbono, a través de la formulación e implementación de medidas territoriales y diferenciales que promuevan territorios, ciudades, viviendas y comunidades más resilientes y sostenibles."
Defensa	Ministerio de Defensa Nacional	Resolución 4321 de 2023	2023-2030	"Diseñar e implementar estrategias de gestión del cambio climático para reducir los niveles de emisiones de GEI y ajustarse a los efectos del cambio climático."
Transporte	Ministerio de Transporte	Resolución 20263040026525		"Establecer un instrumento de planificación que facilite la gestión efectiva e integrada del cambio climático."

Fuente. Elaboración propia.

4.4.4. Integración de la mejor información científica disponible, la perspectiva de género y los conocimientos indígenas, tradicionales y locales

La adaptación al cambio climático requiere que las decisiones públicas se fundamenten en la mejor información científica disponible, al tiempo que incorporen de manera efectiva los conocimientos indígenas, afrocolombianos y locales, así como enfoques diferenciales que permitan reconocer las distintas condiciones de vulnerabilidad y contribuciones de los diversos grupos poblacionales. En consonancia con el Marco de Adaptación de Cancún, el Acuerdo de París y las orientaciones del IPCC, Colombia ha venido consolidando un enfoque de adaptación que integra la evidencia científica con la justicia climática, la equidad de género, el reconocimiento de la diversidad cultural y la participación efectiva de los pueblos y comunidades que habitan el territorio.

Este enfoque reconoce que la información necesaria para comprender los riesgos climáticos y orientar respuestas eficaces no se limita al conocimiento científico, sino que se fortalece mediante el diálogo con los sistemas de conocimiento propios de los pueblos indígenas, las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, y otros conocimientos locales acumulados durante generaciones. La articulación de estas distintas formas de conocimiento permite comprender de manera más integral las dinámicas territoriales, fortalecer las capacidades adaptativas y promover soluciones culturalmente pertinentes, socialmente justas y ambientalmente sostenibles.

En este contexto, Colombia ha avanzado tanto en el fortalecimiento de su marco normativo como en la implementación de instrumentos, políticas y procesos participativos que buscan operacionalizar estos principios en la acción climática nacional. Los apartados siguientes presentan los principales avances del país en la integración del enfoque de género en la adaptación, el desarrollo de herramientas para su implementación, el reconocimiento de los sistemas de conocimientos propios de los pueblos indígenas y el fortalecimiento del papel de las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras en la construcción de una adaptación climática inclusiva, intercultural y basada en derechos.

4.4.4.1. Garantizar la acción climática con enfoque de género en Colombia

Colombia ha avanzado de manera significativa en la consolidación de un marco integral para la acción de adaptación al cambio climático con enfoque de género, orientado a incorporar de forma transversal las consideraciones diferenciales en la planificación, implementación y seguimiento de las políticas y medidas de adaptación a nivel nacional y territorial, esto en coherencia con los compromisos asumidos bajo la CMNUCC, el Acuerdo de París, el Programa de Trabajo de Lima

sobre Género y su Plan de Acción (GAP), con miras a la adopción del Plan de Acción de Género de Belém COP30, 2026–2034 (United Nations, 2024, 2025).

En el ámbito nacional, el Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia (PAGCC CO) constituye el principal instrumento operativo para la transversalización del enfoque de género en la acción climática, particularmente en adaptación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2023a). Su formulación se desarrolló mediante un proceso amplio, participativo e incidente, que involucró a los sectores ministeriales con responsabilidades en mitigación y adaptación, así como a organizaciones de mujeres en toda su diversidad, representando a más de 35.000 mujeres rurales, campesinas, afrocolombianas e indígenas. Este proceso permitió incorporar lecturas territoriales, enfoques interseccionales y conocimientos situados, fortaleciendo la legitimidad social y técnica del Plan.

El PAGCC CO articula 20 acciones provenientes de los sectores de ambiente; agricultura; comercio, industria y turismo; educación; minas y energía; transporte; vivienda, ciudad y territorio; trabajo; ciencia; y salud, orientadas a fortalecer capacidades institucionales y territoriales para la adaptación y la resiliencia climática. Estas acciones se enfocan en la gestión del riesgo, la adaptación sectorial, la transición justa, la educación climática, la movilidad sostenible, la salud pública sensible al clima y el fortalecimiento de sistemas productivos sostenibles. De manera complementaria, el Plan incorpora 24 objetivos definidos por organizaciones de mujeres campesinas, afrocolombianas, indígenas, pescadoras y urbanas, basados en sus propias iniciativas, conocimientos tradicionales y prácticas comunitarias de adaptación, de los cuales 58 % se encuentran en implementación a marzo de 2026, evidenciando un avance efectivo de la participación incidente de las mujeres en la acción climática.

Con corte a marzo de 2026, la implementación del PAGCC CO registra un avance global del 61,5 %, correspondiente a 32 objetivos en ejecución de un total de 52, lo que refleja una movilización institucional relevante en un periodo relativamente corto. Este progreso se sustenta en una ruta metodológica estructurada en cuatro etapas: socialización y apropiación; fortalecimiento de capacidades; ejecución de acciones; y consolidación de mecanismos de monitoreo, gestión del conocimiento y verificación.

La integración del enfoque de género en la adaptación se ha visto reforzada por su articulación con la Política Pública Nacional de Equidad de Género para las Mujeres (Departamento Nacional de Planeación, 2022), la Política Nacional de Cuidado (Departamento Nacional de Planeación, 2025a) y la Visión País de Género y Cambio Climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2023b), así como por el fortalecimiento de la gobernanza institucional del sector ambiental. En este marco, la creación y puesta en funcionamiento del Comité Sectorial de Asuntos Poblacionales, Diferenciales y de Género y del Subcomité de

Asuntos de Género del Sector Ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023c) ha permitido avanzar en la coordinación intersectorial, la definición de rutas sectoriales y el seguimiento a la implementación del PAGCC CO.

En el marco del PNACC, Colombia desarrolló el documento "Adaptarse es Cuestión de Género", que constituye un puente clave entre la evidencia científica del IPCC (AR6) y la acción pública sectorial y territorial (Cortés Mora & Perilla Palacios, 2021). Esta serie traduce los hallazgos científicos globales en recomendaciones operativas y subraya que la adaptación climática solo resulta efectiva cuando incorpora datos sociales desagregados, análisis interseccionales de vulnerabilidad, participación efectiva de las mujeres y comunidades locales, y una lectura territorial de las desigualdades entre contextos rurales, urbanos y étnicos. Los documentos abordan la articulación normativa entre cambio climático e igualdad de género, las brechas estructurales como factores de vulnerabilidad y las oportunidades para integrar el enfoque de género en la gestión de la adaptación.

Estos lineamientos se han traducido en avances concretos, como la formulación de la Estrategia de Fortalecimiento de Capacidades en Resiliencia Climática para organizaciones de Mujeres Cuidadoras del Ambiente, orientada a potenciar el liderazgo, la gestión territorial y la resiliencia socio ecológica en territorios altamente vulnerables; la Estrategia de Gestión del Conocimiento sobre experiencias y buenas prácticas, que sistematiza y visibiliza iniciativas territoriales lideradas por mujeres; y el inicio de la formulación de la Hoja de Ruta del Sistema de Información de Impactos Diferenciales del Cambio Climático (SIIDCCO), que permitirá integrar evidencia climática y socioeconómica para monitorear impactos diferenciados y orientar políticas de adaptación más focalizadas y equitativas.

De manera complementaria, sectores clave han avanzado en la incorporación del enfoque de género en instrumentos de adaptación y planificación sectorial, fortaleciendo la coherencia entre investigación, política pública y transparencia climática. En el sector salud, el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del Sector Salud (2026–2035) incorpora el análisis de impactos diferenciados del cambio climático en la salud, integrando la vigilancia de enfermedades sensibles al clima con variables de género, edad y territorio, lo que permite orientar medidas de adaptación más focalizadas (Ministerio de Salud y Protección Social, 2026).

En el sector transporte, la Estrategia Nacional de Movilidad Activa (ENMA) del Ministerio de Transporte constituye un avance relevante al incorporar explícitamente el enfoque de género en el diseño, implementación y seguimiento de políticas de movilidad activa, mediante indicadores desagregados por sexo, el reconocimiento de patrones de movilidad asociados a

labores de cuidado, la consideración de barreras diferenciadas de seguridad vial y personal, y la promoción de infraestructuras y entornos urbanos que favorecen una movilidad segura, accesible y baja en emisiones para mujeres y hombres (Comisión Europea et al., 2022). Estos elementos resultan clave tanto para la mitigación como para la adaptación al cambio climático en contextos urbanos. Adicionalmente, se registran avances en la política de género del sector minero-energético, que incorpora un eje específico de cambio climático orientado a la transición energética con equidad, así como en los Lineamientos para la Transición Justa de la Fuerza Laboral que integran análisis de género en sectores estratégicos para la adaptación y la resiliencia, reconociendo los impactos diferenciados del cambio climático y de las transformaciones productivas sobre mujeres y hombres (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2020).

Asimismo, el proceso participativo de actualización de la NDC 3.0 fortaleció la integración del enfoque de género y de los conocimientos indígenas, tradicionales y locales en la adaptación, mediante encuentros nacionales y regionales con mujeres rurales, indígenas y afrodescendientes, cuyos aportes fueron incorporados como insumos sustantivos. Entre las principales propuestas emergieron el fortalecimiento de una estrategia nacional de resiliencia climática para mujeres cuidadoras del ambiente y la creación de sistemas de información sobre impactos diferenciales, consolidando la participación de mujeres cuidadoras del ambiente en toda su diversidad como un componente estructural de la acción climática.

En conjunto, estos avances evidencian que Colombia no solo ha desarrollado un marco normativo robusto, sino que ha avanzado en la operacionalización progresiva de la adaptación con enfoque de género, integrando evidencia científica, participación social y conocimientos locales. Este proceso posiciona al país en una trayectoria hacia una adaptación climática inclusiva, basada en evidencia y socialmente justa, alineada con los compromisos internacionales reforzados por la COP29 y la COP30, reconociendo el rol fundamental de las mujeres y de los saberes territoriales en la construcción de resiliencia climática (United Nations, 2024, 2025).

4.4.4.2. Adaptarse es Cuestión de Género: operacionalización del enfoque de género en la adaptación climática basada en evidencia y territorio

Tal como se indicó en el apartado anterior, en el marco del PNACC, el documento “Adaptarse es Cuestión de Género” constituye uno de los principales instrumentos metodológicos y conceptuales para la operacionalización del enfoque de género en la adaptación climática en Colombia (Cortés Mora & Perilla Palacios, 2021). Su contribución central consiste en evidenciar que la adaptación al cambio climático no es socialmente neutra y que su efectividad, sostenibilidad y equidad dependen de la articulación explícita entre la información disponible, un enfoque de género transformador e interseccional, y el reconocimiento e

integración de los conocimientos indígenas, tradicionales y locales, en coherencia con el Marco de Adaptación de Cancún y las orientaciones del IPCC.

El documento toma en cuenta la evidencia científica del Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR6), particularmente los hallazgos que señalan que los riesgos climáticos son diferenciales y socialmente mediados, en la medida en que no dependen únicamente de la intensidad de las amenazas climáticas, sino de cómo estas interactúan con estructuras sociales preexistentes, tales como desigualdades de género, condiciones socioeconómicas, acceso diferenciado a recursos, servicios e información, y capacidades institucionales y comunitarias para anticipar, responder y recuperarse. En este marco, la vulnerabilidad resulta de la interacción entre amenazas climáticas, niveles de exposición y condiciones estructurales que influyen en la capacidad adaptativa de las personas y los territorios. Por ello, se establece que la información climática adquiere mayor relevancia para la toma de decisiones cuando se combina con datos sociales desagregados por sexo, edad, etnia y territorio, entre otras variables, y cuando informa análisis de vulnerabilidad y riesgo desde una perspectiva interseccional, incorporando relaciones de poder, acceso a recursos y capacidades adaptativas.

Un eje central es el análisis de las desigualdades estructurales de género en Colombia como factores que amplifican la vulnerabilidad climática. Entre los principales elementos identificados se encuentran el acceso desigual a la tierra, el agua, la asistencia técnica y el financiamiento; la sobrecarga del trabajo doméstico y de cuidado no remunerado, especialmente en contextos rurales; la limitada participación de las mujeres en los espacios de gobernanza climática; y la intensificación de las violencias basadas en género en escenarios de crisis climática y post desastre. Este análisis se alinea con el enfoque del IPCC, que reconoce el género como un determinante clave tanto de la vulnerabilidad como de la capacidad adaptativa.

De manera complementaria, en el documento Adaptarse es Cuestión de Género supera el enfoque tradicional que concibe a las mujeres únicamente como población vulnerable y las posiciona en toda su diversidad, como agentes activos de adaptación, portadoras de conocimientos, capacidades y liderazgo territorial. En particular, se destacan sus roles en la gestión comunitaria del agua, la seguridad alimentaria, la conservación de la biodiversidad, la transmisión intergeneracional de saberes y el sostenimiento del tejido social, elementos fundamentales para la resiliencia comunitaria frente al cambio climático (Cortés Mora & Perilla Palacios, 2021).

Así mismo, otorga un lugar central a los conocimientos indígenas, tradicionales y locales, reconociéndolos como sistemas históricos de observación climática y ecológica, prácticas de manejo sostenible de los ecosistemas y estrategias de adaptación desarrolladas frente a la variabilidad climática a lo largo del tiempo. Un aporte relevante del documento es la identificación de que estos

conocimientos no son neutros al género, y que en numerosos territorios las mujeres indígenas, afrodescendientes y campesinas desempeñan un rol esencial como guardianas de semillas, agua, prácticas agroecológicas y conocimientos asociados a la biodiversidad, los cuales han sido históricamente invisibilizados en los procesos técnicos de planificación climática.

A partir de este análisis, Adaptarse es Cuestión de género propone la integración de dichos saberes mediante procesos participativos culturalmente pertinentes, el respeto a la autonomía territorial y a los derechos colectivos, y el reconocimiento explícito del rol de las mujeres en la producción y transmisión del conocimiento (Cortés Mora & Perilla Palacios, 2021). Esta articulación entre enfoque de género, interseccionalidad y conocimientos locales se presenta como un fundamento para una adaptación territorialmente situada, coherente con los principios de justicia climática y gobernanza inclusiva.

Finalmente, el documento identifica vacíos y desafíos persistentes, entre los cuales se destacan la integración aún incipiente del enfoque de género en los objetivos estructurales del PNACC, la débil institucionalización de sistemas de información e indicadores de adaptación sensibles al género, y la brecha existente entre el marco normativo y la operativización efectiva del enfoque interseccional. No obstante, también se señala oportunidades estratégicas para escalar este enfoque, particularmente a través de su articulación con la NDC 3.0, la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050, la Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático, y el fortalecimiento de capacidades en las entidades territoriales.

En conjunto, “Adaptarse es Cuestión de Género” se consolida como un referente técnico clave para orientar la acción de adaptación al cambio climático en Colombia, al evidenciar que la adaptación constituye un proceso de carácter social, político y territorial, en el cual la ciencia, el enfoque de género e interseccional y los saberes locales deben interactuar de manera sistemática para reducir vulnerabilidades, fortalecer capacidades adaptativas y avanzar hacia una adaptación climática justa e inclusiva.

4.4.4.3. Los sistemas de conocimientos propios indígenas y el reconocimiento de la autonomía de los pueblos en los planes de adaptación y la acción climática

Los Pueblos Indígenas han habitado milenariamente territorios y territorialidades diversas (incluidos resguardos constituidos y territorios ancestrales no titulados) a lo largo y ancho del país. Esta relación histórica con el territorio ha garantizado su pervivencia física, cultural y espiritual, y representa además un aporte fundamental a la acción climática nacional. Sus estrategias milenarias de adaptación, basadas en la soberanía alimentaria, el manejo espiritual de los

ecosistemas, el uso equilibrado del agua y la gobernabilidad propia, constituyen una contribución esencial para enfrentar la crisis climática.

A partir de este reconocimiento y de la importancia de proteger la diversidad territorial, cultural y ambiental del país, el Estado colombiano ha fortalecido el marco normativo en materia de acción climática y los pueblos indígenas. La Ley 2169 de 2021 establece el reconocimiento de las características diferenciales de los territorios, del rol central que desempeñan las mujeres y los grupos poblacionales de especial protección constitucional, como los pueblos indígenas, en el conocimiento, los impactos diferenciados y las acciones en materia de mitigación y adaptación al cambio climático, así como la garantía de los derechos humanos dentro de la acción climática nacional, con el propósito de reducir inequidades y desigualdades derivadas de los efectos diferenciados del cambio climático (Congreso de Colombia, 2021b). Asimismo, la Ley destaca la necesidad de crear estrategias para la protección de las selvas y bosques del territorio nacional, erradicar la deforestación y promover medidas de sostenibilidad y uso responsable de los recursos naturales, en coherencia con los objetivos de carbono neutralidad, resiliencia climática y desarrollo bajo en carbono.

Este marco legal ha sido fortalecido mediante desarrollos institucionales posteriores que reconocen de manera más explícita el vínculo entre gobernanza territorial indígena, adaptación basada en ecosistemas y justicia climática, en línea con los compromisos internacionales asumidos por Colombia bajo el Acuerdo de París y la CMNUCC.

No obstante, a pesar de que este desarrollo normativo se fundamenta en la adaptación basada en ecosistemas (AbE) y en la adaptación basada en comunidades, y de que se reconoce la importancia de integrar todas las formas de información, incluidos los sistemas de conocimientos, innovaciones y prácticas de los pueblos indígenas y locales, históricamente no se había logrado responder plenamente a las expectativas de los pueblos indígenas en cuanto a la incorporación efectiva de sus visiones, sistemas de conocimiento y formas propias de gobierno en la mitigación, la adaptación y la resiliencia climática.

En respuesta a este desafío, y en consonancia con la Decisión 1/CP.21 del Acuerdo de París (párrafo 135), que reconoce la necesidad de fortalecer los conocimientos, tecnologías, prácticas y esfuerzos de los pueblos indígenas en la respuesta al cambio climático, Colombia ha avanzado en la adopción de medidas orientadas a respetar, promover y considerar de manera explícita los derechos de los pueblos indígenas y de las comunidades locales en la acción climática, incluyendo su derecho a la autodeterminación y al consentimiento previo, libre e informado (United Nations, 2015a).

En este sentido, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022–2026 reconoce a los pueblos indígenas como sujetos de especial protección constitucional, titulares

de autonomía y libre determinación, y establece que sus sistemas de conocimientos, centrados en la relación con la naturaleza entendida como Madre, son colectivos, comunitarios, inviolables, inalienables, imprescriptibles y de carácter intergeneracional (Departamento Nacional de Planeación, 2023b). Por tanto, dichos sistemas deben ser revitalizados, fortalecidos, aplicados y respetados por el Estado y otros actores externos, desde un enfoque diferencial, interseccional y de derechos.

Asimismo, el PND reconoce la contribución fundamental de los pueblos indígenas en la gestión del cambio climático, la explicación de los fenómenos climáticos desde sus propias cosmovisiones y la necesidad de integrar su conocimiento ancestral sobre la naturaleza para alcanzar las metas climáticas del país. En este marco, se avanzó en la formulación concertada del "Plan Nacional Indígena de Mitigación, Adaptación y Resiliencia Climática desde los Sistemas de Conocimientos y Saberes Indígenas", construido de manera conjunta entre los pueblos y organizaciones indígenas y el Gobierno Nacional, bajo el liderazgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y en coordinación con la UNGRD, el DNP, el IDEAM y el Ministerio del Interior (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023b).

La construcción del Plan se caracterizó por un amplio proceso de concertación interinstitucional e intercultural, lo que refleja su naturaleza transversal y confirma que su implementación no constituye una responsabilidad exclusiva del sector ambiental. Este proceso fortaleció la articulación entre las diferentes entidades del Gobierno Nacional y las autoridades indígenas, consolidando un instrumento de política pública construido de manera participativa y con corresponsabilidad institucional para orientar la acción climática con los pueblos indígenas durante la próxima década.

Como resultado de este proceso, el Plan constituye un avance sin precedentes en la acción climática nacional, al responder al acuerdo IT4 102, derivado del proceso de consulta previa, libre e informada del PND 2022–2026 y protocolizado en el marco de la Mesa Permanente de Concertación con los Pueblos Indígenas (MPC). El proceso ha sido reconocido como un hito a nivel nacional e internacional, al establecer una práctica relevante para garantizar la participación basada en derechos de los pueblos indígenas en la formulación de políticas climáticas nacionales, a partir de dos programas: a) adaptación, mitigación y resiliencia climática y b) fortalecimiento institucional para el acceso directo a la financiación, concertado con gobierno nacional.

El Plan fue concebido con un horizonte de implementación de diez años, hasta 2035, con una actualización prevista al finalizar este periodo para incorporar nuevos lineamientos, aprendizajes y necesidades identificadas durante su ejecución. Su diseño estratégico garantiza la complementariedad con la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050, fortaleciendo la coherencia entre los

instrumentos nacionales de política climática y las acciones orientadas a incrementar la resiliencia y las capacidades de mitigación y adaptación de los pueblos indígenas. Su implementación plantea, no obstante, el desafío de materializar de manera integral los programas, líneas estratégicas y acciones acordadas, mediante una articulación efectiva entre los diferentes niveles de gobierno, las autoridades indígenas y los mecanismos de financiación, seguimiento y fortalecimiento institucional requeridos para su sostenibilidad.

El Plan incorpora una línea estratégica específica orientada a fortalecer el rol, el liderazgo y la protección de las mujeres indígenas en la acción climática, reconociendo que sus conocimientos ancestrales, prácticas de manejo territorial y formas propias de organización constituyen un aporte esencial para la adaptación y la resiliencia climática. Desde un enfoque interseccional, esta línea busca garantizar la participación efectiva de las mujeres indígenas en los espacios de decisión y gobernanza climática a nivel local, nacional e internacional, así como promover estrategias comunitarias para su protección frente a los impactos diferenciados del cambio climático. En coherencia con los principios de transición justa, la línea incorpora acciones orientadas a fortalecer su autonomía, liderazgo y capacidad de incidencia, asegurando que la implementación de las medidas climáticas contribuya a reducir desigualdades y a salvaguardar los derechos colectivos, la continuidad cultural y los sistemas de conocimiento de los pueblos indígenas.

En el ámbito regional amazónico, la adopción de la Declaración de Belém por parte de los países miembros de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) reafirmó el reconocimiento del aporte de los pueblos indígenas a la conservación de la biodiversidad y del ecosistema amazónico. En su párrafo 43, la Declaración establece el fortalecimiento de la participación de los pueblos indígenas amazónicos en la Plataforma de Comunidades Locales y Pueblos Indígenas (LCIPP) de la CMNUCC, reforzando la dimensión intercultural de la acción climática global (Naciones Unidas, 2023).

Adicionalmente, el párrafo 6 de la Declaración de Belém y la Resolución RES/XIV MRE OTCA/07 establecieron el Mecanismo Amazónico de los Pueblos Indígenas, y en su párrafo 28 promovieron la creación de un Foro de Pueblos Indígenas y Comunidades Locales y Tradicionales, orientado a aportar conocimientos ancestrales, datos e información técnica y científica intercultural para el desarrollo de tecnologías adecuadas para la preservación y sostenibilidad de la Amazonía (Naciones Unidas, 2023; Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, 2023). Este Foro se articula con la Plataforma Regional Amazónica de Pueblos Indígenas y Cambio Climático (PRA), con el objetivo de mejorar la comprensión, particularmente entre tomadores de decisión, del rol efectivo de los distintos sistemas de conocimiento indígena en la respuesta al cambio climático.

En este contexto, Colombia entregó el "Estudio de país sobre los conocimientos, experiencias y buenas prácticas de los pueblos indígenas en relación con el cambio climático" a la Plataforma de Pueblos Indígenas y Cambio Climático de la OTCA, consolidando un aporte técnico que visibiliza prácticas de adaptación, mitigación y resiliencia desarrolladas desde los territorios indígenas y que alimentan tanto la acción climática nacional como los procesos regionales amazónicos.

Finalmente, dos avances normativos estructurales se han materializado en el país, en primer lugar, expedición del Decreto 1275 de 2024 (Decreto 1275 de 2024) mediante el cual se reglamenta la Autoridad Ambiental de los Territorios Indígenas, estableciendo normas para su funcionamiento y otorgando competencias ambientales directas a las autoridades indígenas. Este Decreto representa un cambio cualitativo en la gobernanza ambiental y climática del país, al reconocer de manera expresa el derecho de los pueblos indígenas a gestionar sus territorios utilizando sus propios sistemas de gobernanza, normas propias y conocimientos tradicionales para el manejo ambiental, la protección de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático, en coordinación con el Sistema Nacional Ambiental (SINA).

El segundo avance normativo se da con el Decreto 488 de 2025, que fortalece el reconocimiento de los territorios indígenas como entidades político-administrativas con capacidad de ejercer funciones propias sobre sus territorios, incorporando principios de sostenibilidad ambiental, gobernanza territorial y protección de los sistemas de conocimiento ancestral. Uno de los aportes más importantes del decreto es que reconoce que la gestión territorial indígena no puede separarse de la protección de la naturaleza y de la relación espiritual y cultural con el territorio.

A nivel internacional, Colombia en 2025 presentó su NDC 3.0 ante la CMNUCC incorporando por primera vez una meta nacional y 12 medidas concertadas con los Pueblos Indígenas, a través de la MPC, instancia política superior de diálogo entre el Gobierno Indígena y el Gobierno nacional. Este avance reconoce las contribuciones de los pueblos indígenas a la acción climática desde sus sistemas de conocimiento propio, así como su papel fundamental en la protección de la diversidad biocultural y el ejercicio de su soberanía propia, enmarcado en un proceso de participación y construcción colectiva. Entre las principales propuestas presentadas, se destaca la posibilidad de que el país reporte en sus informes oficiales la contribución específica de los territorios indígenas a las metas, prioridades y contabilidad de la adaptación en el país, desde la implementación de sus planes de vida.

En conjunto, estos desarrollos evidencian un tránsito progresivo de Colombia desde el reconocimiento normativo hacia la operacionalización efectiva de la autonomía indígena en la acción climática, fortaleciendo la integración de los

sistemas de conocimiento propio indígenas, tradicionales y locales en los planes de adaptación, las NDC y las políticas públicas climáticas, en coherencia con los compromisos internacionales y con un enfoque de justicia climática, derechos humanos y gobernanza intercultural.

4.4.4.4. Territorios colectivos, conocimientos ancestrales y acción climática de las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras

Las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras han sido reconocidas por el Estado colombiano como sujetos colectivos de derechos con identidad étnica y cultural, que históricamente han contribuido al sostenimiento de la diversidad biocultural del país mediante sus prácticas tradicionales, formas de organización y sistemas de gobernanza en los territorios colectivos.

Para estas comunidades, el territorio es concebido como legado ancestral, lo que fortalece una relación basada en la protección del patrimonio cultural, el cuidado de la naturaleza y la transmisión de los conocimientos tradicionales. En este sentido, resulta fundamental reconocer las contribuciones de los pueblos afrodescendientes a la conservación de sus territorios colectivos y ancestrales, así como su papel en los procesos de adaptación y resiliencia frente al cambio climático.

Colombia ha registrado avances normativos importantes en materia ambiental y territorial relacionados con las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras. Se destaca la reglamentación ambiental de la Ley 70 de 1993 mediante el Decreto 1384 de 2023, la cual establece disposiciones sobre el uso, manejo, protección y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente en territorios colectivos adjudicados, en trámite u ocupados ancestralmente por comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras. Además, reconoce la relación especial de estas comunidades con sus territorios y sus conocimientos tradicionales para la conservación de los ecosistemas.

Este decreto es especialmente relevante porque reconoce las prácticas tradicionales y los conocimientos ancestrales afrodescendientes como herramientas fundamentales para la conservación ambiental y la resiliencia climática y además promueve el manejo sostenible de bosques y recursos naturales en territorios colectivos, contribuyendo a la reducción de la deforestación y a la conservación de la biodiversidad.

El PND 2022–2026, también representa un avance significativo en el reconocimiento de las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras como actores estratégicos para la protección ambiental, la gobernanza territorial y la acción climática en Colombia. La Ley 2294 de 2023, que

adopta el PND, incorpora un enfoque étnico, territorial y ambiental que reconoce la relación histórica de estas comunidades con sus territorios y ecosistemas.

En el marco de la consulta previa del PND 2022–2026 con las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, se concertó el acuerdo NT4–139, orientado a la formulación del plan con enfoque regional para la mitigación, adaptación y resiliencia al cambio climático para territorios de Comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras en Colombia. Actualmente, el plan se encuentra en proceso de construcción participativa y concertación con las comunidades, incorporando enfoques territoriales, étnicos y ambientales para fortalecer su contribución a la adaptación del país.

4.4.5. Prioridades de desarrollo relacionadas con los efectos del cambio climático y la adaptación

Las prioridades de adaptación al cambio climático descritas en la sección 4.3.1 encuentran su expresión operativa en los instrumentos de planificación analizados en las subsecciones precedentes. Esta articulación no es automática: requiere mecanismos explícitos de traducción entre las prioridades definidas en los marcos nacionales y las decisiones de inversión y ordenamiento que adoptan los sectores y territorios en sus propios ciclos de planificación.

A escala nacional, la Ley 2169 de 2021 estableció con fuerza de ley las metas mínimas de resiliencia climática, vinculando por primera vez los compromisos de adaptación al ciclo presupuestal y de planeación del Estado. El PND 2022-2026 operacionalizó este mandato al incorporar la gestión del cambio climático como determinante de ordenamiento territorial de primer nivel y orientar la formulación de proyectos de inversión pública hacia la consolidación de territorios resilientes, con énfasis en adaptación, justicia ambiental, restauración de ecosistemas y soluciones basadas en la naturaleza (Departamento Nacional de Planeación, 2023b). Este vínculo entre prioridades climáticas y ciclo de inversión pública representa uno de los avances institucionales más significativos del período cubierto por este informe.

A escala sectorial, los PIGCCS constituyen el principal mecanismo para traducir las prioridades nacionales de adaptación en medidas concretas dentro de los instrumentos de planificación misional de cada ministerio. Los sectores de vivienda, ciudad y territorio, salud, minas y energía, comercio, industria y turismo, agropecuario, defensa y hacienda han incorporado líneas estratégicas de adaptación en sus planes sectoriales, alineadas con las metas de la NDC y los compromisos de la Ley 2169 de 2021, cuyo estado de avance se desarrolla en la sección 4.5.

A escala territorial, el análisis de los ejes estratégicos de los PIGCCT formulados revela que las prioridades de adaptación de los departamentos convergen en tres áreas que son directamente coherentes con las amenazas climáticas proyectadas para el país: la seguridad hídrica y gestión del agua, la adaptación de sistemas productivos y seguridad alimentaria, y la gestión del riesgo climático. No obstante, persiste una brecha estructural entre estos instrumentos climáticos especializados y los instrumentos generales de planificación del desarrollo territorial. Al cierre del presente informe, solo el 14% de los municipios del país articulaba sus planes de desarrollo con las estrategias de cambio climático del PND (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024), lo que indica que la integración de las prioridades de adaptación en la planificación del desarrollo a escala local sigue siendo un desafío pendiente del sistema de gobernanza climática colombiano.

4.4.6. Integración de la adaptación en las iniciativas, planes, políticas y programas de desarrollo

La integración de la adaptación al cambio climático en los instrumentos de planificación del desarrollo constituye un eje estructural de la política climática colombiana, materializado en tres niveles complementarios: el nacional, el territorial y el sectorial. Los PIGCCT y los PIGCCS, descritos en las secciones 4.4.1 y 4.4.2 respectivamente, son los instrumentos especializados de este proceso. Esta subsección describe los mecanismos de integración en los instrumentos generales de planificación del desarrollo que los complementan.

A escala nacional, el PND 2022-2026 constituye el principal referente de integración de la adaptación en las políticas de desarrollo. Como se indicó en la sección 4.1.1, este instrumento elevó la gestión del cambio climático al estatus de determinante de ordenamiento territorial de primer nivel mediante la modificación del artículo 10 de la Ley 388 de 1997, con lo cual orienta a los entes territoriales a incorporar escenarios climáticos proyectados y análisis de vulnerabilidad y riesgo en sus modelos de ocupación del suelo. Adicionalmente, el PND establece la orientación de proyectos articulados al catálogo de productos del DNP hacia la consolidación de territorios resilientes, priorizando acciones de adaptación, justicia ambiental, restauración de ecosistemas y soluciones basadas en la naturaleza urbanas y territoriales (Departamento Nacional de Planeación, 2023b).

A escala territorial, los Planes de Desarrollo Territorial (PDT) son los instrumentos de planificación que orientan las acciones de las administraciones departamentales, distritales y municipales durante un período de gobierno de cuatro años. Su formulación debe incorporar una dimensión ambiental alineada con las prioridades del PND e incluir acciones relacionadas con las metas y medidas contempladas en los compromisos climáticos nacionales, incluyendo las metas de adaptación de la NDC 2.0 y los compromisos de la Ley 2169 de 2021.

Sin embargo, al cierre del 1BTR solo el 14% de los municipios del país articulaba sus planes de desarrollo con las estrategias de cambio climático incluidas en el PND (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024), lo que indica que la integración sistemática de la adaptación en la planificación del desarrollo a escala municipal sigue siendo una brecha estructural pendiente de atender.

Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) son el principal instrumento para planificar y gestionar el desarrollo territorial de manera sostenible con visión de largo plazo (más de doce años). En virtud del artículo 9 de la Ley 1931 de 2018, las autoridades municipales y distritales deben incorporar la gestión del cambio climático en sus POT, tomando como referencia los PIGCCT de su departamento y los PIGCCS del sector correspondiente. Durante sus procesos de revisión y actualización, los POT deben incorporar la zonificación de áreas para la reducción de emisiones y la adaptación al cambio climático, el seguimiento durante su vigencia y la articulación con los sistemas de gestión del riesgo de desastres y el SISCLIMA.

Para orientar este proceso, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publicó la "Guía de Consideraciones de Cambio Climático para el Ordenamiento Territorial" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023a), dirigida a municipios y distritos para incorporar en los POT, Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) y Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) las condiciones actuales y futuras del clima como condicionante del uso y ocupación del suelo. La Guía estructura sus orientaciones en torno a cuatro etapas del ciclo del POT: diagnóstico, formulación, implementación y seguimiento y evaluación. En la etapa de diagnóstico, orienta la incorporación de la información climática territorial a múltiples escalas, incluyendo los escenarios de cambio climático del IDEAM para los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, los estudios de vulnerabilidad y riesgo de las autoridades ambientales regionales, y la información de la Herramienta para la Acción Climática (HaC) del Minambiente. En la etapa de formulación, vincula las determinantes ambientales de los seis niveles de prevalencia establecidos por la Ley 2294 de 2023 con la información climática relevante para cada una, y propone acciones concretas sobre los sistemas estructurantes del territorio: estructura ecológica principal, vivienda y hábitat, movilidad, servicios públicos domiciliarios, sistemas productivos, equipamientos colectivos, espacio público y patrimonio cultural. La Guía promueve una visión de desarrollo territorial bajo en carbono y resiliente al clima, reconociendo que la transversalidad del cambio climático en el ordenamiento territorial es condición necesaria para reducir la vulnerabilidad y aprovechar las oportunidades del cambio climático a nivel local (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023a).

En el ámbito de las políticas sectoriales con componente de adaptación, el PNACC sigue siendo el instrumento rector que orienta la incorporación del enfoque adaptativo en los instrumentos de planificación descentralizados. Lo

complementan documentos CONPES con incidencia directa en la adaptación al cambio climático, entre los que se destaca el CONPES 4058 de 2021, que establece la política pública para reducir las condiciones de riesgo de desastres y adaptarse a los fenómenos de variabilidad climática, con énfasis en la planificación sectorial y territorial integrada. Para las zonas marino-costeras e insulares, la Política Nacional Oceánica y de los Espacios Costeros (PNOEC) y el CONPES 3990 de 2020 "Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030" incorporan estrategias de adaptación basada en ecosistemas, gestión del riesgo climático costero y conservación de ecosistemas críticos, articuladas con las metas 27, 28 y 29 de la NDC 2.0.

En el período cubierto por este informe, la Ley 2476 de 2025 (Ley de Ciudades Verdes) amplió el marco de integración de la adaptación en el desarrollo urbano, fortaleciendo los vínculos entre resiliencia climática, biodiversidad urbana y ordenamiento territorial en los centros urbanos del país. Este instrumento se desarrolla en mayor detalle en la sección 4.9.2 del presente informe.

4.4.7. Soluciones basadas en la naturaleza y adaptación basada en ecosistemas

Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) constituyen enfoques complementarios y sinérgicos que Colombia ha integrado de manera progresiva en su arquitectura de política climática. Esta integración responde de manera directa a la interdependencia científica reconocida entre la pérdida de biodiversidad y los riesgos climáticos globales. Para un país megadiverso, posicionar la naturaleza como activo estratégico para la resiliencia socioecológica representa una oportunidad nacional y un eje habilitador para el cumplimiento de los compromisos adquiridos bajo el Acuerdo de París.

En concordancia con los marcos multilaterales, el país adopta las definiciones internacionales de referencia:

- **SbN:** Conforme a la Resolución 5/5 de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA), se entienden como acciones orientadas a proteger, conservar, restaurar, usar de manera sostenible y gestionar ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos, naturales o modificados, de forma que aborden eficazmente desafíos sociales, económicos y ambientales, generando simultáneamente bienestar humano, servicios ecosistémicos, resiliencia y beneficios para la biodiversidad (United Nations Environment Assembly, 2022).
- **AbE:** Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), corresponde a la utilización de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia integral de adaptación para reducir la vulnerabilidad de

las poblaciones frente a los efectos adversos del cambio climático (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2009).

Jerarquía Conceptual e Integralidad

En la estructura de la política pública climática nacional, las SbN operan como el marco sombrilla que abarca distintas tipologías de intervención, no todas ellas orientadas específicamente al cambio climático. La AbE se inscribe como un enfoque especializado dentro de este marco, diferenciado por el hecho de que su propósito principal, explícito y medible es la reducción de la vulnerabilidad y el riesgo climático.

Por consiguiente, se establece que no toda SbN califica automáticamente como AbE. Una iniciativa de reforestación con fines comerciales o una intervención orientada principalmente a la captura de carbono puede enmarcarse en las SbN sin constituir necesariamente una iniciativa de AbE, si no evidencia de manera explícita su contribución a la reducción de riesgos climáticos específicos para las comunidades y los ecosistemas locales (Departamento Nacional de Planeación, 2025b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Durante el periodo de reporte, Colombia registra avances estructurales en cuatro planos articulados:

- El desarrollo de instrumentos de política y herramientas técnicas liderado por el DNP.
- La consolidación de mecanismos de articulación multiactor para la gestión del conocimiento entorno a SbN (Red Nacional de SbN).
- El robustecimiento operativo del enfoque AbE a escala sectorial y territorial.
- La implementación de iniciativas piloto en ecosistemas estratégicos continentales y marino-costeros.

4.4.7.1. Marco de política e instrumentos para la implementación de SbN

El DNP ha liderado, en el período reportado, el desarrollo de la Estrategia Nacional de Soluciones basadas en la Naturaleza, instrumento que surge como respuesta a la necesidad de fortalecer la capacidad adaptativa del país frente a los crecientes riesgos climáticos y que reconoce la naturaleza como un activo estratégico que, a través de sus procesos y funciones ecosistémicas, contribuye a la resiliencia de los sistemas socioecológicos. La Estrategia fue construida mediante un proceso participativo de identificación de barreras y oportunidades, y establece un marco orientador para la identificación, formulación, implementación y seguimiento de intervenciones que aprovechan las contribuciones de la naturaleza para enfrentar riesgos asociados al cambio

climático, la pérdida de biodiversidad, y las amenazas a la seguridad hídrica, alimentaria y a la gestión del riesgo de desastres (Departamento Nacional de Planeación, 2025b).

La Estrategia se estructura en torno a cuatro ejes orientados a habilitar la implementación de SbN a escala nacional y territorial. El primero propone la construcción de un lenguaje técnico común mediante la definición de conceptos, criterios y tipologías de intervención que superen la fragmentación sectorial. El segundo identifica oportunidades para integrar las SbN en instrumentos de planificación y ordenamiento territorial, asegurando su pertinencia biofísica, viabilidad económica, solidez técnica y capacidad de generar impactos medibles en la reducción de la vulnerabilidad. El tercer eje aborda los desafíos de financiamiento mediante la identificación de fuentes y mecanismos, el desarrollo de análisis de costo-beneficio, la promoción de esquemas innovadores de inversión y lineamientos para integrar las SbN en la planificación multisectorial, fortalecer la gobernanza colaborativa, promover intervenciones a múltiples escalas y fomentar la infraestructura verde y azul tanto en contextos urbanos como rurales. El cuarto eje impulsa la movilización y articulación de actores a través de la Red Nacional de SbN (Departamento Nacional de Planeación, 2025b).

Evidencia Científica y Herramientas de Soporte

En términos de predictibilidad y efectividad de la adaptación, la estrategia recopila los beneficios cuantificados de diferentes tipos de intervenciones de SbN en el país. Medidas de conservación, de regeneración natural, reforestación, restauración ecológica han demostrado una alta efectividad en el aumento de la recarga de acuíferos, la amortiguación de crecientes súbitas, la mitigación de la erosión costera, la reducción del efecto de islas de calor urbana y la disminución de la energía de oleaje costero. Estos resultados generan a su vez cobeneficios en mitigación de GEI (captura de CO_2), y en desarrollo rural regenerativo mediante la diversificación de medios de vida (Departamento Nacional de Planeación, 2025b).

En el marco de la Estrategia, se están desarrollando herramientas complementarias para facilitar la toma de decisiones y el seguimiento: un portafolio de proyectos, un catálogo de medidas de SbN aplicables al contexto colombiano, un sistema de indicadores para el monitoreo y evaluación de impactos y beneficios, y una herramienta de apoyo a entidades territoriales y autoridades ambientales para la selección de intervenciones según el contexto biofísico y socioeconómico de cada territorio (Departamento Nacional de Planeación, 2025b). Esta última se articula con el compromiso establecido en la NDC 3.0, que prevé para 2032 el desarrollo de una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para la incorporación de proyectos de SbN en instrumentos de planificación territorial y ambiental (República de Colombia, 2025a).

Complementariamente, el DNP desarrolló la Guía con lineamientos y orientaciones para gestionar fenómenos asociados a la variabilidad climática a partir de SbN. Este instrumento metodológico orientada a formuladores e implementadores de proyectos que abordan riesgos hidrometeorológicos mediante este enfoque. La guía articula elementos conceptuales, normativos y metodológicos en coherencia con las políticas nacionales de cambio climático, biodiversidad, recurso hídrico y gestión del riesgo. Su ruta metodológica comprende la caracterización del contexto biofísico y socioeconómico del territorio, el análisis de riesgos climáticos, la identificación de actores y esquemas de gobernanza, la estructuración técnica y financiera de las intervenciones, y su articulación con los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) y los Planes de Desarrollo (Departamento Nacional de Planeación, 2025b).

El catálogo de medidas que presenta cubre amenazas como inundaciones, movimientos en masa y sequías, e incluye soluciones como corredores ecológicos, infraestructura verde urbana, restauración de ecosistemas y sistemas productivos regenerativos, con énfasis en sus contribuciones a la regulación hídrica, la estabilización de suelos y la reducción de la exposición territorial al riesgo. A través de estos instrumentos, el DNP ha promovido la incorporación de las SbN en los Planes Nacionales y Territoriales de Desarrollo, los POT y los POMCA, fortaleciendo la articulación entre la adaptación al cambio climático, la gestión del riesgo, la gestión ambiental y los enfoques productivos regenerativos (Departamento Nacional de Planeación, 2024b, 2025b).

4.4.7.2. Red Nacional de Soluciones basadas en la Naturaleza

La Red Nacional de SbN constituye el mecanismo de articulación multiactor impulsado por el DNP para promover la conexión entre ciencia, política y práctica en favor de la implementación de SbN en Colombia. La Red opera mediante un grupo promotor compuesto por cinco organizaciones, cada una de las cuales lidera o apoya uno de sus cuatro núcleos temáticos: gestión del conocimiento, liderado por el consorcio SolNatura; política basada en ciencia, liderado por la Universidad del Valle con apoyo de SolNatura; financiamiento, liderado por el DNP; y formulación e implementación de SbN, liderado por el Minambiente con apoyo del Centro Nacional de Agua y Biodiversidad de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) (Departamento Nacional de Planeación, 2025b).

En abril de 2025 se realizó un ejercicio de identificación de intereses, necesidades, investigaciones, herramientas y experiencias de los miembros de la Red, con el propósito de consolidar una propuesta de valor que reuniera y visibilizara los esfuerzos nacionales en torno a las SbN. A partir de esta consulta se estableció un plan de acción para el período de abril de 2025 a marzo de 2026, con actualización anual según los intereses y posibilidades de los miembros (Departamento

Nacional de Planeación, 2025b). Esta plataforma contribuye a consolidar un enfoque interdisciplinario que facilita la integración de las SbN en distintos sectores y niveles de gobierno, y constituye un espacio de intercambio de conocimiento, herramientas, experiencias y lecciones aprendidas.

4.4.7.3. Robustecimiento Operativo del enfoque de Adaptación Basado en Ecosistemas (AbE)

Con base en los cimientos metodológicos establecidos en el país desde el año 2018 para la Adaptación basada en Ecosistemas, y en respuesta a las actualizaciones de la agenda climática global y nacional, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha liderado un proceso continuo de robustecimiento operativo y alineación estratégica de este enfoque. Este ejercicio responde a hitos clave como las metas de adaptación alineadas con el enfoque ecosistémico de la NDC actualizada, las directrices del Objetivo Global de Adaptación de la COP28, los horizontes de la Estrategia Climática de Largo Plazo (E2050) y la incorporación de la AbE dentro del marco conceptual global de las SbN.

Este proceso de fortalecimiento metodológico e institucional se ha estructurado en cuatro dimensiones de política pública:

- **Armonización conceptual y técnica:** Delimitación estricta de los criterios que validan una iniciativa de AbE ante los reportes de transparencia, exigiendo: i) un propósito explícito de reducción de riesgo y vulnerabilidad, ii) el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como eje central, y iii) gobernanza participativa con las comunidades locales.
- **Operacionalización subnacional:** Generación de criterios técnicos para facilitar la inclusión de iniciativas de adaptación basadas en ecosistemas dentro de los instrumentos de planificación del desarrollo y ordenamiento territorial.
- **Articulación interinstitucional:** Integración de las líneas de acción de la AbE enmarcadas en el ciclo iterativo de la adaptación con los mandatos compartidos del Sistema Nacional Ambiental (SINA), el SISCLIMA y el SNGRD.
- **Transversalidad analítica:** Incorporación de herramientas operativas de Monitoreo y Evaluación (M&E), estrategias de financiamiento climático y la aplicación obligatoria de enfoques diferenciales y de género.

4.4.7.4. Adaptación basada en ecosistemas marino-costeros

Los ecosistemas marino-costeros de Colombia, entre los que se cuentan manglares, arrecifes de coral, pastos marinos, playas y dunas, constituyen sistemas de alta relevancia para la adaptación climática, dado su papel como

barreras naturales frente a la erosión costera, la elevación del nivel del mar y los eventos hidrometeorológicos extremos, así como por los servicios ecosistémicos que proveen a las comunidades costeras e insulares. En este contexto, Colombia cuenta con un marco de política específico para su gestión que integra de manera explícita la adaptación basada en ecosistemas.

La Política Nacional Oceánica y de los Espacios Costeros (PNOEC) incorpora el cambio climático de manera explícita, centrando sus estrategias en la resiliencia de los ecosistemas marino-costeros y la AbE, incluyendo la gestión del riesgo climático, la conservación de ecosistemas críticos como los manglares y la integración de la adaptación en la planificación territorial costera. Los Planes de Ordenación y Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costeras (POMIUAC), derivados de la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos, las Zonas Costeras e Insulares (PNAOCI) y del Decreto 1120 de 2013, constituyen el instrumento de planificación mediante el cual se define y orienta el ordenamiento y manejo ambiental de estas zonas del territorio nacional. El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) desarrolló el documento técnico para la inclusión de la AbE en los POMIUAC, proporcionando orientaciones metodológicas específicas para la incorporación de este enfoque en los procesos de ordenamiento costero (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023).

En el período reportado, el país registra avances concretos en la implementación de este instrumento. Se cuenta con el diagnóstico sobre medidas de AbE para nueve POMIUAC, de los cuales ocho están aprobados institucionalmente, identificándose un total de 73 medidas, 26 de ellas corresponden a medidas directas de AbE relacionadas con conservación y restauración de ecosistemas, corredores biológicos, recuperación de cuerpos de agua y manejo sostenible de recursos; y 47 son medidas complementarias en materia de monitoreo, desarrollo de instrumentos, fortalecimiento de capacidades, sensibilización y desarrollo de prácticas sostenibles (Minambiente, 2024a).

Proyectos e Iniciativas de Referencia en el Litoral

En cuanto a iniciativas de implementación, el Proyecto Adaptación basada en Ecosistemas contra la Erosión Costera en un Clima Cambiante (MAbE), ejecutado entre 2021 y 2023 en colaboración con el Gobierno de Alemania y KfW en el marco de la Iniciativa Climática Internacional (IKI), implementó once iniciativas AbE en los departamentos de La Guajira, Magdalena, Córdoba y Antioquia, incluyendo restauración de manglares, playas, dunas y pastos marinos.

El proyecto estableció además el Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y de Medidas de Adaptación basadas en Ecosistemas (SMEC-MAbE), que levantó la línea base y la primera serie de mediciones para 47 localidades del Caribe colombiano, incluidos sitios de control, mediante ocho indicadores que

monitorean el oleaje, la línea de costa, la vulnerabilidad por erosión y la condición de manglares, pastos marinos, playas y dunas, y formaciones coralinas (Minambiente e INVEMAR, 2023).

En materia de carbono azul, el período registra el desarrollo de dos informes de seguimiento de iniciativas para los años 2022 y 2023, así como el avance en un estudio de factibilidad para el desarrollo de una iniciativa de carbono azul en el sistema socioecológico de manglar en la jurisdicción de CARDIQUE, en el departamento de Bolívar (Minambiente, 2024a). Asimismo, en el marco del proyecto "Diseño e implementación de SbN enfocadas en Eco-RRD (Reducción de Riesgo de Desastres basada en Ecosistemas)", se identificaron 22 ecosistemas marino-costeros estratégicos para su intervención en las regiones del Caribe y el Pacífico, seleccionando el municipio de San Bernardo del Viento (Córdoba) para la implementación de un piloto en las veredas La Balsa y Paso Nuevo, con presencia de ecosistemas de manglar.

Estos desarrollos se apoyan en estimaciones de existencias de carbono azul realizadas por el INVEMAR para el manglar del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y para los ecosistemas de manglar de los Distritos Regionales de Manejo Integrado y Parques Naturales Regionales del departamento de Sucre (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras & Conservación Internacional, 2022; Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, 2022), así como en la Guía Metodológica para la Estimación de Carbono Azul en Manglares de Colombia, publicada por el INVEMAR en 2025, que estandariza los protocolos de cuantificación aplicables a estas iniciativas (INVEMAR, 2025).

Estos avances se enmarcan en las metas de adaptación de la NDC 3.0 específicas para el ámbito marino-costero, que incluyen la actualización e implementación al 50% del Programa Nacional de Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar incorporando criterios de adaptación (NDC3A04); la promoción de acciones de adaptación en las Unidades Ambientales Costeras para reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia socioecológica (NDC3A05); y la incorporación de la AbE en el 100% de las áreas marinas protegidas que integran el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas del SINAP (República de Colombia, 2025a).

La formulación de estas metas se apoyó en los insumos técnicos elaborados por el INVEMAR sobre adaptación al cambio climático en zonas costeras, insulares y oceánicas para la NDC 3.0 (Vega-Cabrera et al., 2025), que dan continuidad al análisis desarrollado previamente para las metas de la NDC 2.0 a nivel marino-costero (Hernández-Narváez et al., 2019).

Desafíos Estructurales y Prioridades del Siguiente Ciclo

A pesar del notable avance en los marcos normativos, metodológicos y de planificación multinivel, el despliegue a escala de las SbN y la AbE en Colombia enfrenta una brecha de financiamiento estructural. De acuerdo con análisis económicos de referencia, el país invierte recursos anuales en SbN equivalentes a menos del 0,1% de su PIB histórico, lo que representa una marcada asimetría frente a las necesidades estimadas de financiamiento requeridas para desbloquear el pleno potencial adaptativo de los ecosistemas antes del año 2050.

Cerrar esta brecha financiera mediante la movilización de recursos internacionales y mecanismos de mercado regulados, junto con la optimización de sistemas de reporte diferenciado para el monitoreo de la efectividad de la AbE, constituyen las prioridades institucionales absolutas de Colombia para el próximo ciclo de transparencia bajo el Acuerdo de París.

4.4.8. Implicación de los interesados, incluidos los planes, prioridades, acciones y programas de los ámbitos subnacional y comunitario y del sector privado

El SISCLIMA articula de manera transversal a las entidades públicas, el sector privado y las organizaciones comunitarias en Colombia, conforme al marco establecido por el Decreto 298 de 2016 y la Ley 1931 de 2018. A través de la CICC y los NRCC, se garantiza que las políticas de adaptación se descentralicen y respondan a las realidades socioeconómicas de los departamentos y municipios. Los NRCC constituyen instancias vinculadas a áreas geopolíticas y administrativas del nivel subnacional, responsables de promover, acompañar y apoyar la implementación de políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de adaptación y mitigación en las regiones, integrando la planificación territorial, la gestión del riesgo y las acciones climáticas. Esto permite que las prioridades locales, plasmadas en los PIGCCT, se orienten de manera coherente hacia la conservación de ecosistemas, la seguridad alimentaria, la participación ciudadana y un ordenamiento territorial basado en la gestión sostenible de los recursos.

En la implementación de los PIGCCT participa una amplia diversidad de actores, aunque con niveles de involucramiento heterogéneos. Las gobernaciones departamentales y las autoridades ambientales regionales concentran la mayor participación, con 12,0 % cada una, seguidas por las alcaldías municipales (10,9 %) y la academia (8,2 %). El sector privado registra una participación del 7,1 %, superior a la de las organizaciones comunitarias, la sociedad civil y la UDGRD (5,6 % cada una), mientras que los actores étnicos y diferenciales (pueblos indígenas,

organizaciones de mujeres y NARP) presentan los niveles más bajos de involucramiento, entre 2,4 % y 4,3 % (Giraldo, 2025).

En lo que respecta a la vinculación del sector privado, Colombia ha avanzado en la incorporación del sector empresarial en la gestión de los riesgos climáticos mediante un proceso progresivo orientado a fortalecer las capacidades de las empresas, mejorar la comprensión de sus riesgos físicos y promover la adopción de medidas de adaptación en sus operaciones, cadenas de valor y territorios de influencia. Este proceso reconoce que los impactos climáticos pueden traducirse en interrupciones operativas, daños en activos e infraestructura, afectaciones en el abastecimiento de materias primas y recursos naturales, incremento de costos y pérdida de competitividad. Por tanto, la participación empresarial se ha abordado no solo como una fuente potencial de financiamiento, sino como un componente de la planificación y ejecución de la adaptación del país.

El proceso tuvo como antecedente el Programa de Preparación para la Adaptación Nacional al Cambio Climático, iniciado en 2018 para apoyar la implementación del PNACC. En este marco, el DNP, junto con Minambiente, el IDEAM y la UNGRD, trabajó en el fortalecimiento de capacidades para planificar, priorizar, implementar y monitorear medidas de adaptación. Uno de los objetivos del Programa fue establecer una línea de trabajo con el sector privado que contribuyera a reducir las pérdidas económicas asociadas con los impactos climáticos y a ampliar su participación en la inversión y financiación de la adaptación.

Como resultado de este proceso, en 2020 se formuló la Estrategia de fortalecimiento del sector empresarial en la gestión de riesgos climáticos para mantener la competitividad, desarrollada en el marco del PNACC y del Programa de Preparación financiado con recursos del Fondo Verde para el Clima (Departamento Nacional de Planeación et al., 2020). Su primera fase comprendió los sectores de agua, agricultura, desarrollo urbano y financiero. Mediante talleres, encuestas y grupos focales se priorizaron subsectores y se identificaron barreras, oportunidades, acciones y esquemas habilitantes para favorecer la gestión del riesgo climático. La construcción de la Estrategia incluyó más de 60 espacios participativos con actores privados y permitió diferenciar las responsabilidades y acciones correspondientes a entidades públicas, gremios, empresas y otros actores vinculados.

La Estrategia organizó la intervención alrededor de cuatro líneas: fortalecimiento de capacidades, gobernanza, financiamiento y estrategia empresarial. Estas líneas buscan atender las brechas de información y conocimiento climático, favorecer la articulación público-privada, mejorar las condiciones para financiar medidas de adaptación e incorporar los riesgos climáticos en la planificación y toma de decisiones empresariales. En esta primera fase también se estimaron los costos indicativos de las acciones contenidas en los esquemas habilitantes: COP

10.188 millones para agua, COP 3.409 millones para el sector agropecuario, COP 10.500 millones para desarrollo urbano y COP 1.200 millones para el sector financiero. Estas estimaciones representaron un ejercicio inicial para dimensionar las necesidades de implementación, sin constituir recursos efectivamente movilizados.

En 2021 se publicó la Herramienta para la gestión de los riesgos climáticos en el sector empresarial, una orientación básica para promover empresas más resilientes (Núñez Ramírez, 2021). Este instrumento de autodiagnóstico proporciona una estructura para que cada empresa determine su nivel de madurez en la incorporación de la adaptación, identifique actividades pendientes y oriente la planificación, implementación y evaluación de sus acciones. La herramienta organiza el proceso empresarial en tres líneas de acción: fortalecimiento de capacidades; implementación y medición; y consolidación. Estas abarcan aspectos como el conocimiento de las capacidades internas, la evaluación de riesgos y oportunidades, la comunicación con las partes interesadas, la integración de la adaptación en la planeación corporativa, la implementación de medidas internas y externas y la réplica y divulgación de experiencias. Los resultados clasifican a las empresas en niveles principiante, avanzado o maduro, como referencia para orientar decisiones posteriores.

En desarrollo del PND 2022-2026, dentro de la Transformación 4, "Transformación productiva, internacionalización y acción climática", Colombia amplió la Estrategia hacia los sectores de energía y transporte (Departamento Nacional de Planeación, 2023b). Durante 2024 se desarrollaron diagnósticos participativos para los subsectores eléctrico y minero, en energía, y carretero y férreo, en transporte. Estos ejercicios combinaron encuestas, entrevistas, grupos focales y talleres sectoriales para analizar el grado de avance empresarial, identificar barreras y oportunidades y documentar experiencias de adaptación. El diagnóstico constituyó la base para formular planes de involucramiento específicos, evitando aplicar una aproximación uniforme a sectores que presentan diferencias en regulación, infraestructura, exposición climática, capacidades y modelos de negocio.

Los planes de involucramiento de energía y transporte, publicados en 2024, establecieron acciones en materia de capacidades, gobernanza, financiamiento y estrategia empresarial, junto con esquemas habilitantes y horizontes de implementación de corto, mediano y largo plazo. En el sector energético, por ejemplo, el proceso incluyó un taller con 66 representantes de entidades públicas, empresas, gremios, academia y cooperación internacional, dirigido a construir acciones para superar barreras y aprovechar oportunidades en los subsectores eléctrico y minero. Las hojas de ruta contemplan, entre otros aspectos, la generación y difusión de información climática aplicable a las empresas, el fortalecimiento de capacidades técnicas, la articulación con los instrumentos sectoriales, el desarrollo de incentivos y mecanismos financieros y la integración

del riesgo climático en la planeación corporativa y la gestión de activos y cadenas de suministro.

De manera complementaria, en 2024 se profundizó la implementación de la Estrategia en los subsectores de alimentos, bebidas y pulpa, papel y cartón, con énfasis en el uso eficiente del recurso hídrico. Se elaboró un portafolio de medidas de adaptación aplicables a los procesos productivos, las cadenas de suministro y los territorios donde operan las empresas. El portafolio incorpora medidas asociadas con ahorro y uso eficiente del agua, manejo de cuencas, infraestructura resiliente, innovación en tratamiento de agua, restauración de hábitats acuáticos y soluciones basadas en la naturaleza. Asimismo, propuso indicadores para el monitoreo de la presión sobre el recurso hídrico, el agua no retornada a la cuenca, la recuperación de cuencas y la eficiencia en el uso del agua.

Este trabajo se complementó con la sistematización, en 2024, de experiencias empresariales relacionadas con recuperación y reutilización del agua, tratamiento de aguas residuales, reducción de vertimientos y optimización de procesos de potabilización. Estas experiencias permiten documentar medidas implementadas en el país, sus características técnicas, los resultados alcanzados y las dificultades observadas, facilitando su conocimiento y posible adaptación por otras empresas, sin asumir que su replicabilidad sea automática o uniforme.

Por otro lado, en un segundo frente la NDC 3.0 formalizó un compromiso específico del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), junto con la ANDI, el DNP, el DANE y Minciencias, para implementar, al año 2030, estrategias, acciones o proyectos de adaptación al cambio climático en al menos el 10 % de las empresas de los sectores priorizados (compromiso NDC3A35). Este compromiso introduce una métrica de cobertura empresarial que formaliza la trayectoria iniciada por la estrategia de 2020 y establece necesidades de apoyo concretas, entre ellas el desarrollo de plataformas digitales de diagnóstico de vulnerabilidad empresarial, mecanismos de financiamiento público-privado y redes de aprendizaje sobre buenas prácticas de adaptación (República de Colombia, 2025a).

Por último, la puesta en marcha de la Red Nacional de Soluciones Basadas en la Naturaleza (RNSbN), en el marco del documento Conpes 4058, constituyó un avance relevante en la articulación público-privada para la adaptación. Esta red, conformada con participación de Minambiente, la ANDI, la GIZ y el DNP, tiene como propósito identificar y promover medidas de adaptación que aborden riesgos asociados a la variabilidad climática mediante enfoques basados en la naturaleza. Actualmente, la red cuenta con la participación de alrededor de 112 entidades, de las cuales el 54,5% son privadas, el 38,4% públicas y el 7,1% mixtas.

4.5. Progresos realizados en la aplicación de medidas de adaptación

Durante el período reportado, Colombia registra avances principalmente en tres frentes: la consolidación de instrumentos territoriales y sectoriales de planificación climática; la implementación parcial de medidas asociadas a los compromisos de adaptación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional 2020 y de la Ley 2169 de 2021; y el fortalecimiento progresivo de sistemas de información y seguimiento. No obstante, la evidencia disponible muestra que una parte importante de los avances corresponde a productos de gestión y planificación, mientras que la medición de resultados en reducción de vulnerabilidad, exposición o riesgo climático aún requiere fortalecimiento.

4.5.1. Implementación de las medidas señaladas en los instrumentos de política de adaptación

4.5.1.1. Avance en el componente de adaptación de los PIGCCT

A escala departamental, Colombia cuenta con 32 PIGCCT formulados, de los cuales 31 tienen carácter integral, es decir, incorporan los componentes de adaptación, mitigación y gestión del riesgo de desastres de manera articulada. El departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina cuenta con un Plan de Adaptación formulado en 2014, pendiente de actualización a PIGCCT integral dado el perfil de vulnerabilidad especialmente alto del territorio insular. El departamento de Bolívar cuenta con un instrumento formulado en 2025 en espera de adopción por acto administrativo. Los restantes 30 departamentos cuentan con instrumentos integrales vigentes, con horizontes de planificación que oscilan entre 2030 y 2052 según el año de formulación o actualización más reciente.

Los PIGCCT se articulan con los NRCC como mecanismo de coordinación territorial, y su implementación involucra a las gobernaciones departamentales, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible como secretarías técnicas, y una diversidad de actores sectoriales, académicos y de la sociedad civil según las particularidades de cada territorio. Los ejes estratégicos predominantes en el conjunto de los instrumentos incluyen la gestión integral del riesgo climático, la resiliencia hídrica y de ecosistemas, la adaptación de sistemas productivos, el ordenamiento territorial resiliente y el fortalecimiento de la gobernanza climática local. La Tabla 4-48 sintetiza el estado de formulación de los PIGCCT, su horizonte temporal, los principales ejes estratégicos, los retos para su implementación, las entidades responsables y la incorporación de enfoques diferenciales.

En cuanto a enfoques transversales, 26 de los 31 PIGCCT incorporan explícitamente el enfoque étnico, reconociendo la presencia de pueblos indígenas, afrodescendientes y, en algunos casos, campesinas en sus territorios. El enfoque de género está presente en 20 instrumentos, con mayor consolidación en los departamentos de la región Amazónica, el Eje Cafetero y el Nodo Centro Oriente Andino. La vinculación explícita de comunidades campesinas y rurales en el diseño de los instrumentos se registra en 15 departamentos, con avances más destacados en los PIGCCT de Sucre, Meta, Tolima, Huila y los departamentos de la región Amazónica, donde este enfoque se integra como eje estructural y no solo como consideración complementaria.

Tabla 4-48. Estado de implementación de las acciones de adaptación de los PIGCCT

Nodo Regional	Departamento	Estado del PIGCCT (alcance)	Año formulación / actualización	Ejes estratégicos del PIGCCT	Principales retos	Actores Responsables	Inclusión de enfoque étnico	Inclusión de enfoque de género	Inclusión del campesinado / rurales
1. Caribe e Insular · 8 territorio(s)									
	San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Plan de Adaptación (no integral) - pendiente actualización a PIGCCT	2014	Adaptación por alta vulnerabilidad insular	Pendiente la actualización del Plan de Adaptación a PIGCCT integral; ausencia de sistema M&E; territorio insular altamente expuesto	Gobernación / CORALINA	No se Identifica	No se Identifica	No se Identifica
	Atlántico	Integral	2016	Gestión del riesgo, transición energética, movilidad sostenible	Operativizar indicadores de impacto; vincular sector privado (cofinanciación); metas de largo plazo incompletas (manglar, agua)	Gobernación del Atlántico; CRA	No se Identifica	No se Identifica	No se Identifica
	Bolívar	Integral - formulado (2025)	Formulado (2025); en espera de aprobación	Adaptación, mitigación y resiliencia climática; Transición a un desarrollo sostenible y bajo en carbono; Gestión ambiental y conservación de recursos naturales; Desarrollo territorial participativo y equitativo (transversales: Interseccionalidades y Participación pública incidente)	Culminar la adopción por acto administrativo (apoyo CARDIQUE, CSB, PNUD); se proyecta su incorporación plena al grupo de territorios con instrumento integral en el corto plazo	CARDIQUE, CSB, PNUD, Gobernación	Sí (pueblos indígenas y afrodescendientes; eje transversal de Interseccionalidades)	Sí (eje transversal de Interseccionalidades: género, etnia, edad)	Sí (comunidades campesinas; Reservas Campesinas)

Nodo Regional	Departamento	Estado del PIGCCT (alcance)	Año formulación / actualización	Ejes estratégicos del PIGCCT	Principales retos	Actores Responsables	Inclusión de enfoque étnico	Inclusión de enfoque de género	Inclusión del campesinado / rurales
	Cesar	Integral	2016 (horizonte 2032)	Agricultura y ganadería, GIRH, fortalecimiento de capacidades	Definir responsable y sistema de seguimiento; indicadores de impacto	Gobernación / CORPOCESAR	Sí	No se Identifica	Sí
	Córdoba	Integral (actualizado)	2022 (horizonte 2022-2049)	Seguridad hídrica, resiliencia de sistemas productivos, conservación de biodiversidad	Implementar sistema M&E; traducir adopción en seguimiento operativo	Gobernación / CVS	Sí	Sí	No se Identifica
	La Guajira	Integral	2018 (jun; horizonte 2018-2030)	No disponible	Definir e implementar sistema de seguimiento; alta vulnerabilidad (sequía, pueblos Wayúu)	Gobernación / CORPOGUAJIRA	Sí	No se Identifica	No se Identifica
	Magdalena	Integral	2016 (dic; horizonte 2040)	Gestión integral del riesgo, reducción de vulnerabilidad, economía baja en carbono	Estructurar M&E; departamento señalado como crítico en el cuestionario (≈50% respuestas problemáticas)	Gobernación / CORPAMAG	Sí	Sí	No se Identifica
	Sucre	Integral	2023 (horizonte 2023-2049)	Agricultura, agua, fortalecimiento de la gobernanza climática	Implementar M&E; armonizar versiones del plan; región de La Mojana (alta exposición)	Gobernación / CARSUCRE	Sí	Sí	Sí
2. Orinoquía (PRICCO) · 4 territorio(s)									
	Arauca	Integral	2018 horizonte 2040)	Gestión del riesgo y adaptación sectorial	Batería de indicadores insuficiente (solo 4); establecer M&E; dpto. crítico (≈50% respuestas problemáticas)	CORPORINOQUIA; Nodo Orinoquía	Sí	No se Identifica	Sí

Nodo Regional	Departamento	Estado del PIGCCT (alcance)	Año formulación / actualización	Ejes estratégicos del PIGCCT	Principales retos	Actores Responsables	Inclusión de enfoque étnico	Inclusión de enfoque de género	Inclusión del campesinado / rurales
	Casana-re	Integral	2018 (PRICCO; horizonte 2040)	Seguridad hídrica, conservación de ecosistemas, diversificación económica	Institucionalizar M&E vía CAR; indicadores de resultado e impacto	CORPORINOQUIA; Nodo Orinoquía	Sí	No se Identifica	Sí
	Meta	Integral	2018 (horizonte 2 040)	Adaptación de sectores productivos, restauración de ecosistemas, GIRH	Consolidar protocolos y periodicidad; escalar al resto del PRICCO	Cormacarena (secr. técnica Nodo); CIAT, ECOPETROL, FEDEGAN, universidades	Sí	Sí	Sí
	Vichada	Integral	2018 (horizonte 2 040)	Fortalecimient o de la gobernanza, gestión del riesgo, seguridad alimentaria	Establecer M&E vía Cormacarena/Corpor inoquía; capacidades técnicas limitadas	Cormacarena / CORPORINOQUIA; Nodo Orinoquía	Sí	No se Identifica	No se Identifica
3. Centro Oriente Andino · 5 territorio(s)									
	Boyacá	Integral	2022 (horizonte 2022-2036)	Gestión del riesgo, transición energética, resiliencia hídrica y de ecosistemas, seguridad alimentaria	Dpto. señalado como el más crítico en información del cuestionario (≈60% respuestas problemáticas) pese a contar con M&E; cerrar brecha de reporte	Gobernación de Boyacá; Corpoboyacá	Sí	Sí	No se Identifica
	Cundina -marca	Integral (actualiza do)	2024 (confirmado en el documento oficial; el diagnóstico consignaba 2023)	Gestión del recurso hídrico, resiliencia urbana y rural, sostenibilidad ambiental	Adopción por acto administrativo pendiente; articular con Bogotá (interdependencia regional)	Gobernación (Sec. Bienestar Verde); CAR, CORPOGUAVIO, CORPORINOQUIA; PNUD; Universidad Piloto; Nodo Departamental (+400 actores)	No se Identifica	Sí	Sí
	Tolima	Integral	2018 (dic; 'Ruta Dulima')	Seguridad hídrica, adaptación de sistemas productivos	Sostener resiliencia de la caficultura; consolidar reporte periódico	Nodo Departamental; CORTOLIMA; Gobernación	Sí	Sí	Sí

Nodo Regional	Departamento	Estado del PIGCCT (alcance)	Año formulación / actualización	Ejes estratégicos del PIGCCT	Principales retos	Actores Responsables	Inclusión de enfoque étnico	Inclusión de enfoque de género	Inclusión del campesinado / rurales
				(café), gestión del riesgo					
	Huila	Integral	2014 (Plan 2050)	Gestión del recurso hídrico, sostenibilidad de la caficultura, gobernanza climática	Plan antiguo (2014) sin adopción formal; actualizar y armonizar horizontes	Consejo Departamental de CC; Observatorio Climático del Huila; CAM	Sí	Sí	Sí
4. Norandino · 2 territorio(s)									
	Santander	Integral	2016 (horizonte 2030)	Gestión del riesgo, resiliencia hídrica y de ecosistemas, seguridad alimentaria	Formalizar M&E (CDMB); brecha planificación–implementación; sequías Chicamocha	Gobernación; CDMB (recomendado liderar M&E)	Sí	Sí	No se Identifica
	Norte de Santander	Integral	2017 (convenio 028; vigencia 2018-2030)	Adaptación sectorial (agricultura y minería), ordenamiento territorial, fortalecimiento institucional	Formalizar M&E (CORPONOR); inundaciones cuenca del Catatumbo	Gobernación; CORPONOR (recomendado liderar M&E)	Sí	No se Identifica	Sí
5. Eje Cafetero · 3 territorio(s)									
	Caldas	Integral	2019 (horizonte 2019-2030)	Resiliencia de la caficultura, gestión del riesgo, conservación de ecosistemas	Formalizar MEL (Corpocaldas); limitaciones técnicas y financieras	Corpocaldas; Gobernación	Sí (étnico)	Sí	No se Identifica
	Quindío	Integral	2016 (dic; horizonte 2030)	Adaptación de la agricultura, sostenibilidad del turismo, gobernanza climática	Culminar adopción; estructurar MEL (CRQ)	CRQ; Gobernación	Sí (étnico)	Sí	Sí

Nodo Regional	Departamento	Estado del PIGCCT (alcance)	Año formulación / actualización	Ejes estratégicos del PIGCCT	Principales retos	Actores Responsables	Inclusión de enfoque étnico	Inclusión de enfoque de género	Inclusión del campesinado / rurales
	Risaralda	Integral	2019 (horizonte 2019-2032)	Seguridad hídrica, resiliencia de sistemas productivos, biodiversidad	Formalizar MEL (Carder); procesos de evaluación y aprendizaje	Carder; Gobernación	Sí (étnico)	Sí	No se Identifica
6. Antioquia · 1 territorio(s)									
	Antioquia	Integral	2018	Gestión del riesgo climático, resiliencia hídrica y de ecosistemas, resiliencia de sistemas productivos	Consolidar protocolos operativos, periodicidad y evaluación de efectividad	Gobernación de Antioquia; CORANTIOQUIA; CORNARE	Sí	Sí	Sí
7. Pacífico Norte · 1 territorio(s)									
	Chocó	Integral	2015–2016 (2.ª Comunicación Nacional; convenio Minambiente–IIAP)	Ordenamiento ambiental, educación climática, sistemas productivos sostenibles, reducción de vulnerabilidad	Plan Integral de Cambio Climático vía convenio Minambiente-IIAP (6 programas); instrumento pionero (previo a Ley 1931); referencia a escenario post-acuerdo sugiere fecha posterior a 2016 (verificar 2015 vs 2018); fortalecer M&E inclusivo con comunidades étnicas	CODECHOCÓ; alcaldías	Sí	Sí	No se Identifica
8. Pacífico Sur · 3 territorio(s)									
	Cauca	Integral	2016 (horizonte 2040)	Variables biofísicas, presión sobre recursos naturales, riesgos hídricos	Operativizar M&E; alta vulnerabilidad de comunidades rurales y agrícolas	Gobernación; CRC	Sí	No se Identifica	Sí
	Nariño	Integral	2019 (confirmado:	Seguridad alimentaria, gestión del	Verificar año de formulación; formalizar M&E (CORPONARIÑO)	Gobernación; CORPONARIÑO	Sí	Sí	No se Identifica

Nodo Regional	Departamento	Estado del PIGCCT (alcance)	Año formulación / actualización	Ejes estratégicos del PIGCCT	Principales retos	Actores Responsables	Inclusión de enfoque étnico	Inclusión de enfoque de género	Inclusión del campesinado / rurales
			Ordenanza 042, dic-2019)	riesgo, resiliencia hídrica					
	Valle del Cauca	Integral	2024 (actualización; horizonte 2024-2050; versión previa 2018)	Sostenibilidad de la agricultura, adaptación de la infraestructura, gestión de recursos hídricos	Implementar el M&E comprometido; traducir adopción en seguimiento	Gobernación; CVC	Sí	Sí	No se Identifica
9. Amazonía · 6 territorio(s)									
	Amazo-nas	Integral	2022 (Ordenanza; horizonte 2022-2049)	Conservación de biodiversidad y ecosistemas, ordenamiento territorial, seguridad alimentaria, gobernanza climática	Estructurar M&E con SINCHI/CDA; integrar conocimiento tradicional	Gobernación; Corpoamazonia; SINCHI	Sí	Sí	Sí
	Caquetá	Integral	2021 (Decreto Dptal 0 00166; horizonte 2050)	Agua y sustentabilidad hídrica, ecosistemas resilientes, entornos saludables, gobernanza climática, mujer e interculturalidad	Operativizar M&E; sostener eje de interculturalidad y género	Gobernación; Corpoamazonia	Sí	Sí	No se Identifica
	Guainía	Integral	2022 (Ordenanza; horizonte 2022-2052)	Agua, selva y diversidad biocultural; alimentación y salud; economías propias y sustentables;	Consolidar M&E participativo; pertinencia biocultural	Gobernación; CDA; SINCHI; Pueblos indígenas	Sí	Sí	No se Identifica

Nodo Regional	Departamento	Estado del PIGCCT (alcance)	Año formulación / actualización	Ejes estratégicos del PIGCCT	Principales retos	Actores Responsables	Inclusión de enfoque étnico	Inclusión de enfoque de género	Inclusión del campesinado / rurales
				asentamientos resilientes					
	Guaviare	Integral	2021 (Ordenanza; horizonte 2021-2050)	Conocimiento y conservación de la biodiversidad, desarrollo urbano e infraestructura, gobernanza ambiental	Desarrollar M&E con CDA/SINCHI; deforestación	Gobernación; CDA; SINCHI	Sí	Sí	No se Identifica
	Putumayo	Integral	2021 (Ordenanza; horizonte 2020-2049)	Reducción de la deforestación y de emisiones de GEI, adaptación a eventos extremos, ciudades sostenibles	Estructurar M&E; foco deforestación/GEI	Gobernación; Corpoamazonia	Sí	Sí	No se Identifica
	Vaupés	Integral	2021 (horizonte 2021-2050)	Conocimiento y conservación de la biodiversidad, ordenamiento territorial, uso sostenible de recursos	Consolidar M&E incipiente; dpto. crítico en información (≈50%); pertinencia étnica	Autoridades ambientales (CDA); comunidad	Sí	Sí	No se Identifica

Fuente. Elaboración propia.

4.5.1.2. Avance en el componente de adaptación de los PIGCCS

El seguimiento al estado de implementación de los PIGCCS revela un avance heterogéneo entre los seis sectores que reportaron información a corte del presente informe. De las 64 acciones del componente de adaptación consolidadas en los seis PIGCCS, 62 cuentan con estado de implementación definido. De estas, el 53,2 % (33 acciones) se encuentra en ejecución, el 30,6 % (19 acciones) en planeación y el 16,1 % (10 acciones) ha sido finalizado. Dos acciones del sector vivienda no han sido priorizadas al cierre del período de reporte. Por volumen de acciones, el sector vivienda, ciudad y territorio reporta el mayor número (22), seguido por el minero-energético (11), salud (10), hacienda (9), agropecuario (9) y comercio, industria y turismo (3). La Tabla 4-49 presenta el detalle de cada acción por sector, línea estratégica, estado de avance, horizonte temporal e incorporación de enfoques de género y étnico-diferencial.

Tabla 4-49. Estado de implementación de las acciones de adaptación de los PIGCCS por sector

Sector	Línea estratégica	Acción / medida	Estado	Horizonte	Inclusión del enfoque de género	Inclusión del enfoque étnico
Salud	Liderazgo y gobernanza climática sectorial	Fortalecer capacidades técnicas de ETS para formulación y actualización de PTACCSA	Ejecución	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí
Salud	Fortalecimiento del talento humano	Diseñar e implementar programa nacional de formación en cambio climático y salud	Planeación	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí
Salud	Evaluación de vulnerabilidad y riesgo	Evaluaciones territoriales de vulnerabilidad al cambio climático en salud	Planeación	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí
Salud	Seguimiento de riesgos y alerta temprana	Implementar sistemas de alerta temprana para eventos de salud sensibles al clima	Ejecución	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí
Salud	Gestión del conocimiento y evidencia científica	Fortalecer investigación interinstitucional sobre clima y salud	Ejecución	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí
Salud	Tecnologías e infraestructuras resilientes	Intervenir establecimientos de salud priorizados para mejorar infraestructura resiliente al clima (Res. 1633/2025)	Ejecución	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí
Salud	Gestión de determinantes ambientales y sociales	Desarrollar lineamientos con enfoque de CC para determinantes ambientales de la salud	Planeación	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí

Sector	Línea estratégica	Acción / medida	Estado	Horizonte	Inclusión del enfoque de género	Inclusión del enfoque étnico
Salud	Programas de salud integrados	Formular y socializar Portafolio Nacional de Medidas de Adaptación al CC en Salud	Planeación	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí
Salud	Preparación y gestión de emergencias climáticas	Implementar Estrategia Hospitalaria Resiliente para Cambio Climático (Res. 625/2024)	Ejecución	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí
Salud	Medios de implementación para la adaptación	Movilizar y articular fuentes de financiación y cooperación para la adaptación en salud	Ejecución	Corto / Mediano / Largo (2027 / 2030 / 2035)	Sí	Sí
Minero-Energético	Infraestructura resiliente	Gestión del riesgo climático en ductos y líneas de transmisión	Ejecución	2021-2030	Parcial	No
Minero-Energético	Infraestructura resiliente	Coordinación con autoridades viales para resiliencia de infraestructura	Ejecución	2021-2030	Parcial	No
Minero-Energético	Infraestructura resiliente	Gestión con autoridades portuarias frente a riesgos climáticos	Ejecución	2021-2030	Parcial	No
Minero-Energético	Planificación de corto y largo plazo	Inclusión de variables de riesgo climático en instrumentos de planificación (largo plazo)	Ejecución	2021-2030	Parcial	No
Minero-Energético	Planificación de corto y largo plazo	Sistema de análisis de riesgo climático y de alerta (corto plazo)	Ejecución	2021-2030	Parcial	No
Minero-Energético	Planificación de corto y largo plazo	Planificación empresarial frente al riesgo climático (corto y largo plazo)	Ejecución	2021-2030	Parcial	No
Minero-Energético	Gestión del entorno	Conservación de cuencas hidrográficas en áreas de influencia de proyectos energéticos	Ejecución	2021-2030	Parcial	Parcial
Minero-Energético	Gestión del entorno	Gestión de biodiversidad en áreas de influencia del sector	Ejecución	2021-2030	Parcial	Parcial
Minero-Energético	Gestión del entorno	Estrategia de Desarrollo y Relacionamiento Territorial	Ejecución	2021-2030	Parcial	Parcial
Minero-Energético	Información para la adaptación	Fortalecimiento de sistemas de información de eventos y amenazas climáticas	Ejecución	2021-2030	Parcial	No
Minero-Energético	Información para la adaptación	Investigación sobre impactos de nuevas tecnologías y procesos en la canasta energética	Ejecución	2021-2030	Parcial	No
Comercio, Industria y Turismo	Gestión eficiente de la demanda y uso de recursos	Consolidación de portafolio de medidas de	Finalizada	Corto plazo	No	No

Sector	Línea estratégica	Acción / medida	Estado	Horizonte	Inclusión del enfoque de género	Inclusión del enfoque étnico
		adaptación para sectores priorizados				
Comercio, Industria y Turismo	Gestión eficiente de la demanda y uso de recursos	Programas de fortalecimiento de capacidades en empresas del sector CIT	Finalizada	Mediano plazo	No	No
Comercio, Industria y Turismo	Gestión eficiente de la demanda y uso de recursos	Lineamientos de gestión del riesgo climático aplicables a actividades del sector	Finalizada	Mediano plazo	No	No
Agropecuario	Información sobre CC y gestión del riesgo	Sistema de monitoreo, reporte, verificación y evaluación de la gestión del cambio climático para el sector agropecuario, integrando consideraciones de gestión del riesgo.	Ejecución	2030	Parcial	Parcial
Agropecuario	Información sobre CC y gestión del riesgo	Aumentar el número de productores que acceden a la información generada en las mesas técnicas agroclimáticas, promoviendo el acceso equitativo de mujeres y hombres.	Ejecución	2030	Parcial	Parcial
Agropecuario	Información sobre CC y gestión del riesgo	herramientas basadas en tecnologías de la información para el intercambio de experiencias en cambio climático en el sector agropecuario.	Ejecución	2030	Parcial	Parcial
Agropecuario	Información sobre CC y gestión del riesgo	Mapas dinámicos de riesgos agroclimáticos (sequías, inundaciones, heladas)	Ejecución	2030	Parcial	Parcial
Agropecuario	Prácticas agropecuarias sostenibles	Estimación de huella hídrica en cultivos de arroz y palma	Ejecución	2030	Parcial	Parcial
Agropecuario	Prácticas agropecuarias sostenibles	Sistemas para la captación, el almacenamiento, la conducción, el uso eficiente, la disposición final y la reutilización del agua.	Ejecución	2030	Parcial	Parcial
Agropecuario	Prácticas agropecuarias sostenibles	Aumentar el número de hectáreas que implementen la tecnología AMTEC en arroz.	Ejecución	2030	Parcial	Parcial
Agropecuario	Prácticas agropecuarias sostenibles	Modelos productivos sostenibles bajo criterios agroambientales con enfoque en agricultura familiar y campesina.	Ejecución	2030	Parcial	Parcial

Sector	Línea estratégica	Acción / medida	Estado	Horizonte	Inclusión del enfoque de género	Inclusión del enfoque étnico
Hacienda	Sistema Financiero Internacional	2.1. Revisión Global de Expertos sobre deuda, clima y naturaleza (informe intermedio publicado oct. 2024; propuestas al Foro de Financiación para el Desarrollo 2025)	Finalizada	Mediano plazo	No	No
Hacienda	Eficiencia de los recursos fiscales	3.1. Análisis de ingresos fiscales y gastos tributarios relacionados con el clima (consultorías Mancala/Diorama – IKI-BID)	Finalizada	Mediano plazo	No	No
Hacienda	Eficiencia de los recursos fiscales	3.2. Análisis de subsidios y gastos en sectores altamente contaminantes (7 entregables: 3 finalizados, 1 en curso, 3 sin iniciar)	Finalizada	Mediano plazo	No	No
Hacienda	Eficiencia de los recursos fiscales	3.3. Marcación y seguimiento presupuestal a actividades ambientales y climáticas – PIMA+PEFA (5 productos DGPPN, 1 finalizado; reuniones preliminares en curso a mayo 2026)	Planeación	Mediano plazo	No	No
Hacienda	Gestión de riesgos	5.1. Estrategia de Protección Financiera para Gestión del Riesgo de Desastres y CC con enfoque en Biodiversidad (1 de 6 productos en curso; plan de trabajo validado)	Planeación	Mediano plazo	No	No
Hacienda	Gestión de riesgos	5.2. Análisis de riesgos macroeconómicos de la transición energética y climática – dependencias del PIB de servicios ecosistémicos (recuadro MFMP)	Ejecución	Mediano plazo	No	No
Hacienda	Institucionalidad	6.1. Fortalecimiento institucional del MHCP para gestión climática (financiación FMI – sin avance reportado al cierre)	Planeación	Mediano plazo	No	No
Hacienda	Taxonomía Verde de Colombia	8.1. Ampliación de la Taxonomía Verde de Colombia – componente adaptación (34 herramientas publicadas para mitigación; segundo borrador adaptación en consulta; entrega prevista ago. 2026; Carta Circular 029/2026 a entidades financieras)	Ejecución	Mediano plazo	No	No
Hacienda	Información financiera pública verde	15.1. Divulgación y transparencia de información financiera	Finalizada	Mediano plazo	No	No

Sector	Línea estratégica	Acción / medida	Estado	Horizonte	Inclusión del enfoque de género	Inclusión del enfoque étnico
		pública verde (página Relacionamiento Inversionistas MHCP; 3 productos bonos verdes/SIIF sin iniciar)				
Vivienda, Ciudad y Territorio	Desarrollo territorial resiliente	Definición de lineamientos de adaptación al CC articulados con la gestión del riesgo en los POT	Finalizada	Sin definir	No	No
Vivienda, Ciudad y Territorio	Desarrollo territorial resiliente	Acompañamiento técnico para formulación de medidas de adaptación para incorporar en POT	Finalizada	Sin definir	No	No
Vivienda, Ciudad y Territorio	Desarrollo territorial resiliente	Acompañamiento en formulación y ejecución de proyectos para reducir vulnerabilidad territorial	Finalizada	Sin definir	No	No
Vivienda, Ciudad y Territorio	Asentamientos humanos menos vulnerables	Formulación de lineamientos de adaptación para asentamientos en zonas de alto riesgo mitigable	Planeación	2030	No	No
Vivienda, Ciudad y Territorio	Asentamientos humanos menos vulnerables	Socialización y promoción del plan de adaptación de asentamientos en zonas de alto riesgo mitigable	Planeación	2030	No	No
Vivienda, Ciudad y Territorio	Asentamientos humanos menos vulnerables	Formulación de programas o proyectos para la adaptación de asentamientos en zonas de alto riesgo.	Planeación	2030	No	No
Vivienda, Ciudad y Territorio	Recuperación de áreas liberadas	Definición de herramientas jurídicas y técnicas para la liberación y protección de áreas con condición de riesgo no mitigable.	Ejecución	2024 –2027	Parcial	Parcial
Vivienda, Ciudad y Territorio	Recuperación de áreas liberadas	Acompañamiento a entes territoriales en implementación de herramientas jurídicas y técnicas de liberación de áreas.	Planeación	2028 –2029	No	No
Vivienda, Ciudad y Territorio	Viviendas resilientes	Definición de criterios de adaptación al CC aplicables a edificaciones nuevas, según tipología de amenaza.	Ejecución	2026 –2027	Parcial	Parcial
Vivienda, Ciudad y Territorio	Viviendas resilientes	Diseño y construcción de edificaciones con medidas de adaptación al CC.	Planeación	2028 –2029	No	No
Vivienda, Ciudad y Territorio	Viviendas resilientes	Créditos con tasas preferenciales para construcción de edificaciones nuevas condicionados a criterios de adaptación.	Planeación	2028 –2029	No	No

Sector	Línea estratégica	Acción / medida	Estado	Horizonte	Inclusión del enfoque de género	Inclusión del enfoque étnico
Vivienda, Ciudad y Territorio	Gestión del riesgo para la adaptación	Estrategia interinstitucional para dinamizar sistemas de información sectorial sobre riesgo climático.	Planeación	2026 –2027	Parcial	Parcial
Vivienda, Ciudad y Territorio	Gestión del riesgo para la adaptación	Fortalecimiento de gestión del conocimiento en adaptación para prestadores de servicios de agua y saneamiento.	Planeación	2024 –2025	Parcial	Parcial
Vivienda, Ciudad y Territorio	Gestión del riesgo para la adaptación	Actualización de instrumentos normativos y técnicos del sector agua y saneamiento con lineamientos de CC.	Ejecución	Mediano plazo (2030)	No	Parcial
Vivienda, Ciudad y Territorio	Gestión del riesgo para la adaptación	Estrategia de educación en CC y GRD dirigida a entes territoriales, prestadores y comunidades	Ejecución	Mediano plazo (2030)	No	Sí
Vivienda, Ciudad y Territorio	Gestión del riesgo para la adaptación	Estrategia de asistencia técnica para socialización de instrumentos normativos de CC en el sector.	Ejecución	2026–2030	No	Sí
Vivienda, Ciudad y Territorio	Gestión del riesgo para la adaptación	Estrategia para incentivar el desarrollo de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).	Planeación	Mediano plazo (2030)	No	No
Vivienda, Ciudad y Territorio	Gestión del riesgo para la adaptación	Estrategia para promover inversión público-privada en infraestructura verde.	Sin avance	Sin priorizar	N/D	N/D
Vivienda, Ciudad y Territorio	Gestión del riesgo para la adaptación	Promoción de transferencia del riesgo e instrumentos financieros para infraestructura de agua y saneamiento.	Sin avance	Sin priorizar	N/D	N/D
Vivienda, Ciudad y Territorio	Gestión en cuencas abastecedoras	Estrategia de protección y conservación de cuencas y fuentes abastecedoras de acueductos.	Planeación	Hasta 2030	Sí	Sí
Vivienda, Ciudad y Territorio	Tratamiento de aguas residuales	Apoyo al Programa SAVER para aumento de cobertura y calidad de tratamiento de aguas residuales domésticas.	Planeación	2025 y 2030	No	Parcial
Vivienda, Ciudad y Territorio	Reúso de agua residual doméstica tratada	Estrategia de aumento en el reúso de aguas residuales domésticas tratadas.	Planeación	2024 –2030	No	Parcial

Fuente. Elaboración propia.

Sector Salud. El PIGCCS-Salud 2026-2035 reporta seis de sus diez acciones en ejecución y cuatro en planeación. Las acciones en ejecución comprenden el fortalecimiento de la gobernanza climática sectorial mediante pilotos del

Programa Territorial de Adaptación al Cambio Climático en Salud (PTACCSA) en Antioquia, San Andrés y Bogotá; la implementación de sistemas de alerta temprana para eventos de salud sensibles al clima; la intervención de establecimientos de salud priorizados conforme a la Resolución 1633 de 2025; la implementación de la Estrategia Hospitalaria Resiliente para Cambio Climático, formalizada mediante la Resolución 625 de 2024; el fortalecimiento de la investigación interinstitucional sobre clima y salud; y la movilización de fuentes de financiación y cooperación para la adaptación sectorial. Las acciones en planeación corresponden al diseño del programa nacional de formación en cambio climático y salud, las evaluaciones territoriales de vulnerabilidad sectorial, el desarrollo de lineamientos para determinantes ambientales de la salud y la formulación del Portafolio Nacional de Medidas de Adaptación al Cambio Climático en Salud.

Sector Minero-Energético. El componente de adaptación del PIGCCme 2050 reporta sus 11 acciones en estado de ejecución, con avance cualitativo parcial en todas ellas y sin indicadores cuantitativos en la mayoría de los casos. En la línea de infraestructura resiliente, las acciones en curso comprenden la gestión del riesgo climático en ductos y líneas de transmisión, la coordinación con autoridades viales para la resiliencia de corredores energéticos y la articulación con autoridades portuarias frente a amenazas climáticas costeras. En la línea de planificación, se implementan la inclusión de variables de riesgo en instrumentos de planificación sectorial, el desarrollo de un sistema de análisis de riesgo climático y de alerta de corto plazo, y la incorporación de la planificación climática en la gestión empresarial del sector. En la línea de gestión del entorno, las acciones cubren la conservación de cuencas hidrográficas en áreas de influencia de proyectos energéticos, la gestión de biodiversidad asociada y la implementación de una estrategia de desarrollo y relacionamiento territorial con comunidades, siendo estas las únicas acciones con avance cuantitativo parcial reportado. En la línea de información para la adaptación, se avanza en el fortalecimiento de los sistemas de información sobre eventos y amenazas climáticas y en investigación sobre los impactos de nuevas tecnologías en la canasta energética.

Sector Comercio, Industria y Turismo. El MinCIT reporta tres acciones de adaptación, todas finalizadas, en la línea de gestión eficiente de la demanda y uso de recursos: la consolidación de un portafolio de medidas de adaptación para sectores priorizados; el desarrollo de programas de fortalecimiento de capacidades empresariales, con más de 650 personas capacitadas y asistencia técnica brindada a 120 empresas en el marco del programa Productividad para la Adaptación; y la elaboración de lineamientos de gestión del riesgo climático aplicables a las actividades del sector, complementados con el programa Productividad Verde. La concentración de las acciones en una única línea estratégica y su estado de finalización indica que el sector se encuentra en transición hacia la implementación de medidas de mediano plazo contempladas en el instrumento.

Sector Agropecuario. l PIGCCS Agropecuario reporta nueve acciones en ejecución, distribuidas en dos líneas estratégicas. En la línea de información sobre cambio climático y gestión del riesgo, los avances incluyen la implementación de un sistema de monitoreo, reporte, verificación y evaluación de la gestión del cambio climático para el sector agropecuario con integración de consideraciones de gestión del riesgo; el aumento del número de productores que acceden a la información generada en las mesas técnicas agroclimáticas, con promoción del acceso equitativo entre mujeres y hombres; el desarrollo de herramientas basadas en tecnologías de la información para el intercambio de experiencias en cambio climático en el sector; y la elaboración de mapas dinámicos de riesgos agroclimáticos para sequías, inundaciones y heladas. En la línea de prácticas agropecuarias sostenibles, el MADR reporta avances en la estimación de la huella hídrica de los cultivos de arroz y palma; el desarrollo de sistemas para la captación, almacenamiento, conducción, uso eficiente, disposición final y reutilización del agua; el aumento de hectáreas con implementación de la tecnología AMTEC en arroz; y la consolidación de modelos productivos sostenibles bajo criterios agroambientales con enfoque en agricultura familiar y campesina. Todas las acciones incorporan enfoques de género y diversidad étnica de manera parcial.

Sector Hacienda. El PIGCCSH-B reporta nueve acciones distribuidas en cinco líneas, de las cuales cuatro se encuentran finalizadas, dos en ejecución y tres en planeación. Las acciones finalizadas incluyen la participación del MHCP en la Revisión Global de Expertos sobre Deuda, Clima y Naturaleza, con publicación de un informe intermedio en octubre de 2024 y presentación de propuestas al Foro de Financiación para el Desarrollo de 2025; el análisis de ingresos fiscales y gastos tributarios relacionados con el cambio climático, desarrollado mediante consultorías con apoyo del programa IKI-BID; el análisis de subsidios y gastos en sectores altamente contaminantes; y la publicación de información financiera pública verde en la plataforma de Relacionamiento de Inversionistas del Ministerio. Las acciones en ejecución comprenden el análisis de los riesgos macroeconómicos de la transición energética y climática, cuyos resultados se incorporan al Marco Fiscal de Mediano Plazo (MFMP) mediante un recuadro sobre dependencias del PIB de los servicios ecosistémicos, y la ampliación de la Taxonomía Verde de Colombia hacia el componente de adaptación, con 34 herramientas publicadas para el componente de mitigación y un segundo borrador técnico de adaptación en consulta con entrega prevista para agosto de 2026. Las acciones en planeación corresponden a la implementación del sistema de marcación y seguimiento presupuestal de actividades ambientales y climáticas mediante evaluaciones PIMA y PEFA, el desarrollo de la Estrategia de Protección Financiera del Sector Ambiental para la Gestión del Riesgo de Desastres y los Efectos del Cambio Climático, y el fortalecimiento institucional del MHCP con financiación del FMI, sin avance reportado al cierre del periodo.

Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. El PIGCCS Vivienda reporta avance en 20 de sus 22 medidas al cierre del 2BTR, con tres acciones finalizadas, cinco en

ejecución, doce en planeación y dos sin priorizar. Las tres acciones finalizadas corresponden a la línea de desarrollo territorial resiliente: la definición de lineamientos de adaptación al cambio climático para el ordenamiento territorial, elaborados en articulación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; el acompañamiento técnico para la formulación de medidas de adaptación priorizadas para incorporar en los POT; y el acompañamiento en la formulación y ejecución de proyectos encaminados a reducir la vulnerabilidad territorial. Las acciones en ejecución, distribuidas entre el Viceministerio de Vivienda y el Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico (VASB), comprenden la definición de herramientas jurídicas y técnicas para la liberación de áreas con condición de riesgo no mitigable; la definición de criterios de adaptación para edificaciones nuevas según tipología de amenaza, en articulación con la Resolución 0194 de 2025; la actualización del Reglamento Técnico del Sector Agua y Saneamiento (RAS) con lineamientos de cambio climático; y el desarrollo de estrategias de educación y asistencia técnica en cambio climático y gestión del riesgo, con cobertura a 119 prestadores y gestores comunitarios y a 32 Planes Departamentales de Agua durante 2024–2025. Las acciones en planeación incluyen, entre otras, la estrategia de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), la priorización de cuencas abastecedoras susceptibles al desabastecimiento hídrico y el Programa SAVER para el aumento de cobertura de tratamiento de aguas residuales. Dos medidas de la línea de gestión del riesgo para la adaptación no han sido priorizadas al cierre del período de reporte.

4.5.2. Disposiciones adoptadas para formular, aplicar, publicar y actualizar programas, estrategias y medidas nacionales y regionales, marcos de política

Las disposiciones legales que rigen la formulación, implementación, publicación y actualización de los marcos de política, instrumentos de planificación y gestión del cambio climático, así como sus programas y medidas de adaptación, están establecidas principalmente en el Decreto 298 de 2016, la Ley 1931 de 2018 y la Ley 2169 de 2021. Estas normas asignan responsabilidades específicas a la CICC, los NRCC, los ministerios sectoriales que integran el SISCLIMA, las entidades territoriales y las Autoridades Ambientales Regionales (AAR), definiendo las funciones de cada actor en el ciclo de política climática y la obligación de actuar en consecuencia.

El Decreto 298 de 2016 precisó que los instrumentos sobre los que actúa el SISCLIMA incluyen el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), la Estrategia Nacional REDD+ (ENREDD+), la Estrategia de Protección Financiera ante Desastres y la Estrategia Climática de Largo Plazo (E2050), entre otros. La Ley 1931 de 2018 estableció el marco jurídico habilitante para que las entidades públicas

de todos los niveles incorporen la gestión del cambio climático en sus decisiones, fijando como mandato la reducción de la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático, y promoviendo el desarrollo bajo en carbono. La Ley 2169 de 2021, por su parte, impulsó el cumplimiento, seguimiento e implementación de los compromisos nacionales, incluyendo metas y medidas mínimas para la resiliencia climática, modificó el marco del SNICC y estableció pautas para que la CICC alinee los compromisos de la NDC con la PNCC y con los objetivos globales, en particular el OGA y sus metas.

Durante el periodo de reporte, este marco se fortaleció con la expedición de la Resolución 0849 de 2022 del Minambiente, que estableció la guía para la formulación e implementación de los PIGCCT, facilitando que las entidades territoriales diseñen estrategias locales alineadas con los compromisos nacionales y articuladas con los NRCC. Adicionalmente, el Decreto 978 de 2024 actualizó el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, promoviendo la participación en la gestión del riesgo y la adaptación frente al cambio climático. En materia de capacidades, la Ley 2427 de 2024 buscó fortalecer la formación en sostenibilidad ambiental, cambio climático y gestión del riesgo en todos los niveles educativos.

El conjunto de estas normas articula un ciclo de política que comprende la formulación participativa de los instrumentos, su adopción mediante acto administrativo, la publicación a través del SISCLIMA y los portales institucionales, y la actualización periódica con base en los resultados del seguimiento y evaluación. Este marco se detalla en la sección 4.1 del presente capítulo, en la cual se describen los arreglos institucionales y el marco jurídico y de políticas para la adaptación en Colombia.

4.5.3. Aplicación de las medidas de adaptación recogidas en comunicaciones sobre la adaptación actuales y anteriores, incluidos los esfuerzos para atender las necesidades en materia de adaptación, y aplicación de las medidas de adaptación indicadas en el componente de adaptación de las NDC

Las medidas de adaptación que Colombia ha comunicado formalmente ante la CMNUCC se presentan a través del componente de adaptación de la NDC, el cual constituye la Comunicación de Adaptación (AdCom) del país. La NDC en su versión de 2020 incluyó 30 metas de adaptación d articuladas en torno a las dimensiones de riesgo y vulnerabilidad priorizadas en la TCNCC, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Marco de Acción de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (República de Colombia, 2020).

En paralelo, la NDC fue actualizada en cumplimiento del ciclo de ambición de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) durante 2025, proceso coordinado por el Minambiente con participación de los ministerios sectoriales, las entidades territoriales y la sociedad civil. Esta actualización responde a cambios en las circunstancias nacionales, en las condiciones de riesgo climático documentadas y en la integración del OGA y sus metas globales.

Adicionalmente a los 30 compromisos de la NDC 2.0, la Ley 2169 de 2021 estableció 12 metas complementarias de resiliencia climática, que no forman parte del componente de adaptación de la NDC pero que Colombia reporta de manera consolidada junto con estas para efectos de seguimiento nacional. La Tabla 4-50 presenta el estado de implementación conjunto de los 42 compromisos (30 de la NDC 2.0 y 12 de la Ley 2169 de 2021), a partir de una lectura consolidada de los indicadores de producto, resultado y gestión registrados en la Plataforma +Clima, administrada por el DNP. La unidad de análisis corresponde al compromiso o meta de adaptación, evitando duplicidades derivadas de compromisos que cuentan con más de un indicador asociado. Cada compromiso se reporta a través de dos indicadores porcentuales, de producto y de gestión, cuyo comportamiento heterogéneo entre sectores se interpreta de manera cualitativa en la Tabla 4-51.

Tabla 4-50. Estado de implementación de las medidas de adaptación de la NDC 2.0 y Ley 2169

Código +Clima	Meta/Medida de adaptación	Sector	Indicador de producto	Indicador de gestión
MET_AN001	Incorporación de la adaptación al cambio climático en los instrumentos sectoriales, a través del desarrollo de lineamientos, herramientas y criterios que orienten la gestión de la adaptación en el sector	Vivienda, Ciudad y Territorio	0%	15,20%
MET_AN002	Desarrollar acciones de protección y conservación en 24 cuencas abastecedoras de acueductos en los municipios susceptibles al desabastecimiento por temporada de bajas precipitaciones y temporada de lluvia.	Vivienda, Ciudad y Territorio	0%	30%
MET_AN003	Desarrollar acciones estructurales y no estructurales de gestión del riesgo para la adaptación al cambio climático en el 30% de los municipios priorizados por susceptibilidad al desabastecimiento por temporada seca y temporada de lluvias (2030).	Vivienda, Ciudad y Territorio	0%	0%
MET_AN004	Alcanzar 68 % del tratamiento de aguas residuales urbanas domésticas a 2030.	Vivienda, Ciudad y Territorio	74,65%	0%
MET_AN005	Reusar el 10% de las aguas residuales domésticas tratadas por parte de los prestadores del servicio público de acueducto a 2030.	Vivienda, Ciudad y Territorio	0%	0%

Código +Clima	Meta/Medida de adaptación	Sector	Indicador de producto	Indicador de gestión
MET_AN006	P1: A 2030, se formularán acciones de adaptación en prevención de la enfermedad y promoción de la salud, que aporten a reducir los casos de enfermedades sensibles al clima en el 100% de las Entidades Territoriales en el sector salud, del nivel departamental, distrital y municipal de categoría 1, 2 y 3, y estarán implementadas en un 40% de éstas.	Salud y de la Protección Social	0%	20,40%
MET_AN006	P2: A 2030, se formularán acciones de adaptación en prevención de la enfermedad y promoción de la salud, que aporten a reducir los casos de enfermedades sensibles al clima en el 100% de las Entidades Territoriales en el sector salud, del nivel departamental, distrital y municipal de categoría 1, 2 y 3, y estarán implementadas en un 40% de éstas.	Salud y de la Protección Social	0%	20,40%
MET_AN007	A 2030, el 40% de las Instituciones Prestadoras de Servicios de salud del sector público implementarán acciones de adaptación ante los posibles eventos asociados por variabilidad y cambio climático.	Salud y de la Protección Social	0%	39,58%
MET_AN008	Línea estratégica de infraestructura resiliente: A 2025, un instrumento de planificación sectorial de hidrocarburos, uno de minería de carbón y uno de energía eléctrica cuentan con lineamientos de cambio climático orientados al aseguramiento de las condiciones de operatividad integral bajo nuevos escenarios de demandas operativas y ambientales	Minas y Energía	0%	0%
MET_AN009	Línea estratégica de información para la adaptación: A 2025, contar con una metodología de análisis de riesgos climáticos actualizada, junto con una estrategia de actualización de manera periódica a nivel nacional y empresarial.	Minas y Energía	0%	0%
MET_AN010	Línea estratégica de gestión de entorno: A 2025, contar con un proyecto de adaptación basado en ecosistemas para el sector eléctrico que ayude a las empresas del sector asegurar el cumplimiento de sus objetivos estratégicos.	Minas y Energía	0%	0%
MET_AN011	Mínimo 10% de pequeñas, medianas y grandes empresas de los sectores priorizados han implementado estrategias, acciones o proyectos de adaptación al cambio climático. Este porcentaje debe ser evaluado en función del resultado de la Encuesta Ambiental Industrial.	Comercio, Industria y Turismo	100%	65,00%
MET_AN012	Tres (3) Herramientas implementadas para mejorar los sistemas de Información geográfica de la infraestructura de Transporte para la gestión del riesgo.	Transporte	0%	0%
MET_AN013	P1: Dos (2) documentos de lineamientos técnicos elaborados para realizar estudios de riesgo para la infraestructura de Transporte.	Transporte	100%	100%
MET_AN013	P2: Dos (2) documentos de lineamientos técnicos elaborados para realizar estudios de riesgo para la infraestructura de Transporte.	Transporte	100%	100%

Código +Clima	Meta/Medida de adaptación	Sector	Indicador de producto	Indicador de gestión
MET_AN043	Política para la Gestión de Riesgo de Desastres - GRD y la Adaptación al Cambio Climático - ACC formulada para el sector.	Transporte	100%	100%
MET_AN015	P1: Dos (2) Metodologías para el cálculo del riesgo de la infraestructura de Transporte diseñadas e implementadas	Transporte	100%	96%
MET_AN015	P2: Dos (2) Metodologías para el cálculo del riesgo de la infraestructura de Transporte diseñadas e implementadas	Transporte	100%	96%
MET_AN015	P3: Dos (2) Metodologías para el cálculo del riesgo de la infraestructura de Transporte diseñadas e implementadas	Transporte	0%	96%
MET_AN016	Proyecto piloto implementado para la aplicabilidad de los lineamientos de infraestructura verde vial.	Transporte	100%	100%
MET_AN017	Incluir consideraciones de cambio climático en los instrumentos de planificación del sector agropecuario (PIGCCS) e implementaciones de acciones de adaptación.	Agricultura y Desarrollo Rural	40,82%	27,82%
MET_AN018	Incorporar a 2030, por parte de las instituciones adscritas al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, criterios relacionados con la adaptación y resiliencia climática en sus planes, programas y proyectos.	Agricultura y Desarrollo Rural	0%	0%
MET_AN019	Diez (10) subsectores agropecuarios (arroz, maíz, papa, ganadería de carne, ganadería de leche, caña panelera, cacao, banano, café y caña de azúcar), contarán con capacidades mejoradas para adaptarse a la variabilidad climática y/o cambio climático.	Agricultura y Desarrollo Rural	0%	0%
MET_AN020	Tres (3) regiones naturales del país con mayor potencial agropecuario (Andina, Caribe y Orinoquía) participando en las mesas técnicas agroclimáticas articuladas con la mesa nacional y, un (1) millón de productores recibiendo información agroclimática para facilitar la toma de decisiones en actividades agropecuarias	Agricultura y Desarrollo Rural	0%	0%
MET_AN021	Ampliar a 2030 la cobertura y participación en las mesas técnicas agroclimáticas a cinco (5) regiones naturales del país (Andina, Caribe, Amazonía, Pacífica y Orinoquía), en articulación con la mesa agroclimática nacional, y suministrar información agroclimática a todos los productores agropecuarios del territorio nacional.	Agricultura y Desarrollo Rural	100%	34,40%
MET_AN022	A 2030 el país contará un Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación al cambio climático (SIIVRA), que permita monitorear y evaluar la adaptación al cambio climático en Colombia articulado al Sistema Nacional de Información de Cambio Climático (SNICC).	Ambiente y Desarrollo Sostenible	40%	79,81%

Código +Clima	Meta/Medida de adaptación	Sector	Indicador de producto	Indicador de gestión
MET_AN023	Ciento treinta y cinco (135) Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCA formulados y/o ajustados con consideraciones de variabilidad y cambio climático.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	42,86%	39,70%
MET_AN024	Delimitación y protección del 100% de los páramos de Colombia a través de planes de manejo.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	2,78%	14,61%
MET_AN025	Incremento en un 15% el porcentaje de ecosistemas o unidades de análisis ecosistémicas no representados o subrepresentados incluidas en el SIN	Ambiente y Desarrollo Sostenible	8,60%	5,62%
MET_AN026	Incremento de 18.000 hectáreas en proceso de restauración, rehabilitación y/o recuperación ecológica en áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y sus zonas de influencia.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	79,33%	58,25%
MET_AN027	Actualización e implementación en un 50% del "Programa nacional uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar" a 2030	Ambiente y Desarrollo Sostenible	100%	37,10%
MET_AN028	Adopción e implementación del 100% de los Planes de Ordenación y Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costera (POMIUAC) con acciones de adaptación basada en ecosistemas (AbE) sobre manglar y pastos marinos, y otros ecosistemas costeros	Ambiente y Desarrollo Sostenible	10%	42,78%
MET_AN029	Seis (6) iniciativas de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo para el uso sostenible de los manglares (ecosistema de carbono azul) en implementación, con plazo a 2030.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	0%	11,56%
MET_AN030	A 2030, el país de manera interinstitucional operativizará los procesos de la gestión del riesgo de los incendios forestales, conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de los desastres, definiendo orientaciones y resultados con la gestión del cambio climático, a través de 7 estrategias.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	0%	0%
MET_AN031	Incrementar el porcentaje de la red de monitoreo con transmisión en tiempo real (de 24% a 35%) conectada a sistemas de alerta temprana al 2030.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	0%	0%
MET_AN032	Desarrollar e incorporar a 2022 un indicador que refleje el avance en el acotamiento de rondas hídricas, como parte de los indicadores mínimos de gestión de las Autoridades Ambientales, de que trata en el Decreto 1076 de 2015.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	60%	80%
MET_AN033	Acotar a 2030, los cuerpos de agua priorizados por parte de las Autoridades Ambientales competentes, de conformidad con la guía técnica para el acotamiento de rondas hídricas expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y demás instrumentos correspondientes.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	66,27%	60,89%

Código +Clima	Meta/Medida de adaptación	Sector	Indicador de producto	Indicador de gestión
MET_AN034	Al 2030 promover acciones priorizadas en los Planes Estratégicos de Macrocuencas, que aporten a la implementación de medidas de adaptación y mitigación del cambio climático de cada Macrocuenca.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	33,33%	72%
MET_AN035	Incorporar a 2030 la Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE) en el cien por ciento (100%) de las Áreas Marinas Protegidas que hacen parte del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas del SINAP, a través de medidas de gestión del cambio climático.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	0%	0%
MET_AN036	Declarar a 2030, un mínimo del treinta por ciento (30%) de los mares y áreas continentales bajo categorías de protección o estrategias complementarias de conservación.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	0%	0%
MET_AN037	A 2030, el 100% del Plan Maestro de Erosión Costera estará actualizado, adoptado y en proceso de implementación.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	0%	33,20%
MET_AN038	Implementar las acciones requeridas para que, dentro de los doce meses siguientes a la expedición de la presente ley, los instrumentos de manejo y control ambiental de proyectos, obras o actividades incluyan consideraciones de adaptación y mitigación al cambio climático con especial énfasis en la cuantificación de las emisiones de GEI y los aportes que las medidas de compensación ambiental pueden hacer a la Contribución Nacional ante la CMNUCC.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	92,50%	87,50%
MET_AN039	Formular e implementar a 2025, las acciones requeridas para conservar y mejorar sumideros y depósitos de gases efecto invernadero.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	0%	23%
MET_AN040	Impulsar políticas e incentivos para actividades relacionadas con la reducción de emisiones por deforestación y degradación de los ecosistemas forestales y gestión de productos no maderables del bosque en concordancia con lo establecido en Acuerdo de París	Ambiente y Desarrollo Sostenible	0%	0%
MET_AN041	Intervenir a 2025 los puntos diagnosticados como de gran impacto y de impacto extremo bajo la implementación del plan maestro de erosión costera, como medida de mitigación de los impactos socio económicos y ecológicos de más del 11% de la población colombiana ubicada en zonas costeras.	Ambiente y Desarrollo Sostenible	5,56%	53%
MET_AN042	Inclusión de consideraciones de cambio climático en los instrumentos de manejo y control ambiental de proyectos obras y/o actividades de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales a partir del año 2020	Ambiente y Desarrollo Sostenible	0%	58,80%

Fuente: Información tomada de +Clima

Nota: Bajo la cadena de valor de la política pública (DNP, Guía de seguimiento a políticas públicas, 2023), los indicadores de gestión miden las actividades y procesos ejecutados para transformar insumos en productos; mientras que los de producto miden los bienes y servicios entregados directamente por la intervención. Los valores corresponden al estado registrado en la Plataforma +Clima con corte al presente reporte.

Tabla 4-51. Avance general de los compromisos de adaptación por sector

Sector	Compromisos identificados	Avance general
Ambiente y Desarrollo Sostenible	21	Avances en el SIIVRA, restauración en áreas protegidas, Programa Nacional de Manglares, POMCAs, macrocuencas y acotamiento de rondas hídricas. Compromisos sin avance en incendios forestales, red de monitoreo, Adaptación basada en Ecosistemas en áreas marinas, áreas de conservación y erosión costera.
Transporte	5	Desempeño sobresaliente: lineamientos técnicos de riesgo, Política sectorial de GRD y ACC, metodologías de cálculo de riesgo e infraestructura verde vial con avance completo. Pendiente la implementación de herramientas SIG para gestión del riesgo.
Vivienda, Ciudad y Territorio	5	Avances principalmente de gestión en lineamientos sectoriales y cuencas abastecedoras; los indicadores de producto en gestión del riesgo, tratamiento y reúso de aguas residuales no registran ejecución.
Agricultura y Desarrollo Rural	5	Mesas técnicas agroclimáticas con cobertura en 30 departamentos. Avances parciales en instrumentos sectoriales. Compromisos en subsectores agropecuarios y acuerdos de competitividad sin avance reportado.
Salud y Protección Social	2	Avances en acciones de adaptación en salud pública e infraestructura hospitalaria, con progreso predominantemente en indicadores de gestión y fortalecimiento de capacidades.
Comercio, Industria y Turismo	1	Avance completo: más del 10% de empresas de sectores priorizados con estrategias, acciones o proyectos de adaptación al cambio climático implementados.
Minas y Energía	3	Los tres compromisos, con plazo 2025 ya vencido, no cuentan con información disponible en la plataforma +Clima. Se requiere actualización urgente de reporte por parte del Ministerio de Minas y Energía.

Fuente. Elaboración propia.

A partir de la información consolidada, con corte a junio de 2026, el avance en la implementación de los 42 compromisos de adaptación de la NDC 2020 y la Ley 2169 de 2021 muestra un comportamiento heterogéneo entre sectores, que refleja tanto el estado diferencial de avance en los procesos de implementación como las brechas existentes en la actualización y trazabilidad del reporte de información.

En el sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, los compromisos concentran una parte importante de la agenda nacional de adaptación. Se reportan avances en el diseño e implementación del Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación al Cambio Climático; en procesos de restauración, rehabilitación y recuperación ecológica; en la actualización e implementación del Programa Nacional de Manglares; en la adopción e implementación de Planes de Ordenación y Manejo Integrado de Unidades Ambientales Costeras; en acciones asociadas a macrocuencas; y en la incorporación de consideraciones de cambio climático en instrumentos de

manejo ambiental. No obstante, persisten compromisos con información pendiente o sin avance reportado, especialmente en algunas metas relacionadas con incendios forestales, red de monitoreo, Adaptación basada en Ecosistemas, áreas marinas y costeras, conservación de ecosistemas y puntos críticos de erosión costera.

En el sector Transporte, el reporte evidencia avances relevantes en la elaboración de lineamientos técnicos para estudios de riesgo climático, en la formulación de la Política para la Gestión del Riesgo de Desastres y la Adaptación al Cambio Climático del sector, en metodologías para el cálculo del riesgo de la infraestructura de transporte y en proyectos piloto para aplicar lineamientos de infraestructura resiliente. Estos avances contribuyen a incorporar criterios de adaptación en la planificación, diseño y gestión de infraestructura estratégica.

En el sector Vivienda, Ciudad y Territorio, los compromisos se relacionan con la incorporación de la adaptación en instrumentos sectoriales, la protección y conservación de cuencas abastecedoras, la gestión del riesgo asociada a asentamientos, el tratamiento de aguas residuales y el reúso de aguas residuales domésticas tratadas. La información disponible muestra avances principalmente de gestión y articulación, aunque varios indicadores de producto aún no registran avance o se encuentran pendientes de consolidación.

En el sector Salud y Protección Social, los avances se orientan a la formulación de acciones de adaptación en prevención de la enfermedad y promoción de la salud, así como al fortalecimiento de la capacidad adaptativa de las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud frente a eventos asociados a variabilidad y cambio climático. Estos compromisos permiten vincular la agenda climática con la gestión del riesgo en salud pública, la infraestructura hospitalaria y la preparación institucional frente a enfermedades sensibles al clima.

En el sector Comercio, Industria y Turismo, el avance se concentra en la implementación de acciones dirigidas a que pequeñas, medianas y grandes empresas de sectores priorizados incorporen medidas de adaptación y gestión del riesgo climático. Este compromiso constituye una línea relevante para ampliar la participación del sector privado en la adaptación, especialmente mediante herramientas, programas y procesos de fortalecimiento empresarial.

En el sector Agricultura y Desarrollo Rural, los compromisos se relacionan con la incorporación de consideraciones de cambio climático en instrumentos de planificación sectorial, el fortalecimiento de capacidades institucionales, la implementación de medidas en subsectores agropecuarios, la inclusión de medidas en acuerdos sectoriales de competitividad y la ampliación de la cobertura y participación en mesas técnicas agroclimáticas. La información disponible muestra avances en las mesas técnicas agroclimáticas y en algunos

procesos de incorporación sectorial, aunque otros compromisos requieren actualización de información y fortalecimiento del reporte.

En el sector Minas y Energía, los compromisos se orientan a incorporar la adaptación en instrumentos de planificación sectorial, formular una metodología actualizada de análisis de riesgos climáticos e implementar un proyecto de adaptación basada en ecosistemas. De acuerdo con la información consolidada, estos compromisos requieren fortalecer el reporte de avance y la disponibilidad de información verificable en los sistemas de seguimiento.

En conjunto, los avances reportados muestran que Colombia ha progresado en la incorporación de la adaptación en instrumentos sectoriales, sistemas de información, metodologías de análisis de riesgo, lineamientos técnicos, procesos de restauración, gestión del recurso hídrico, infraestructura resiliente y articulación público-privada. Sin embargo, también se identifican retos asociados a la actualización oportuna de los reportes, la trazabilidad entre indicadores de gestión y resultados de adaptación, la consolidación de información sectorial y territorial, y la necesidad de fortalecer la medición de efectividad de las medidas implementadas.

Para atender las necesidades de adaptación identificadas, el país avanza simultáneamente en el fortalecimiento de los mecanismos de seguimiento, cuyo desarrollo se presenta en la sección 4.6 de este capítulo. La brecha de financiamiento en adaptación, estimada en 0,13 % del PIB anual hasta 2030 (Farfán, 2020), continúa siendo un desafío estructural que requiere la movilización sostenida de recursos nacionales y de cooperación internacional.

4.5.4. Actividades de coordinación y los cambios en los reglamentos, las políticas y la planificación

En el marco de las actividades de coordinación interinstitucional para la adaptación al cambio climático, Colombia ha fortalecido el funcionamiento del Grupo de Adaptación y Resiliencia Climática de la CICC, creado mediante el Acuerdo 009 de 2022 como un espacio técnico encargado de formular recomendaciones al SISCLIMA para la planeación, coordinación e implementación de estrategias e instrumentos de adaptación y resiliencia climática. El Grupo cuenta con reglamento operativo aprobado desde 2023 y se encuentra integrado por entidades permanentes como el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres y el IDEAM, con participación de ministerios sectoriales, Parques Nacionales Naturales, el Fondo Adaptación y los Nodos Regionales de Cambio Climático, entre otros actores.

Durante 2024, el Grupo avanzó en la consolidación de su plan de trabajo, orientado al seguimiento y aprendizaje de la adaptación nacional y a la implementación de iniciativas intersectoriales. Entre los principales resultados se incluyeron la herramienta de visualización del Plan de Acción del PNACC, la articulación conceptual entre +Clima, SNICC, SIIVRA y SNGRD, la presentación de avances del BTR1 en el marco del SIIVRA, la mesa de implementación de la Estrategia de Gestión de Riesgos Climáticos para el sector empresarial, la Red de Soluciones basadas en la Naturaleza, la hoja de ruta sectorial de salud frente al cambio climático, la articulación con los Nodos Regionales de Cambio Climático y el Taller Nacional de Finanzas para la Adaptación.

En 2025, el Grupo orientó su trabajo hacia el fortalecimiento del monitoreo, evaluación y aprendizaje de la adaptación, la consolidación de estrategias sectoriales y territoriales, y la articulación con actores nacionales y territoriales. El plan de trabajo incluyó, entre otros temas, los lineamientos de seguimiento y reporte de los PIGCCS, los mecanismos de seguimiento y reporte de los PIGCCT, la meta nacional/global de adaptación, el avance del sistema de Monitoreo, Evaluación y Aprendizaje de la adaptación en el SIIVRA, el análisis de riesgo climático del sector minero-energético, la gestión del riesgo climático en el sector empresarial, la agenda de pérdidas y daños, la transferencia de conocimientos a los territorios y la socialización de normas para la adaptación bajo ISO 14090.

Estos avances reflejan un proceso de fortalecimiento de los arreglos de coordinación, planificación y seguimiento de la adaptación en Colombia. En particular, el Grupo ha contribuido a conectar los instrumentos nacionales de política climática con los procesos sectoriales y territoriales, así como a identificar necesidades de información, interoperabilidad, seguimiento, financiación y coordinación para mejorar la implementación de medidas de adaptación.

4.5.5. Medidas de adaptación que reciben apoyo y la eficacia de las que ya se hayan aplicado

Colombia ha movilizado una cartera diversa de cooperación internacional orientada a fortalecer sus capacidades de adaptación al cambio climático, con la participación de organismos multilaterales, banca de desarrollo, cooperación bilateral y mecanismos regionales. El seguimiento de esta cartera es realizado por la Oficina de Asuntos Internacionales (OAI) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que en el periodo cubierto por el 1BTR consolidó una matriz de 43 proyectos de cooperación finalizados. Para el presente reporte, esa base ha sido ampliada, permitiendo un análisis tanto de la ejecución como de la eficacia de las intervenciones (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Entre las iniciativas más representativas del periodo de reporte se destacan tres proyectos que ilustran la diversidad temática y de arreglos institucionales de la cooperación recibida. El Proyecto de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de los Andes (AICCA), financiado por la CAF y el GEF con USD 1,84 millones y ejecutado entre 2018 y 2022, implementó el enfoque de Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE) en la cuenca del Lago de Tota, con acciones de restauración ecológica, sistemas de recolección de agua lluvia y agricultura resiliente al clima, con CONDESAN como ejecutor e IDEAM y el Minambiente como puntos focales. El Proyecto de Adaptación a los Impactos Climáticos en Regulación y Suministro de Agua en el Área Chingaza-Sumapaz-Guerrero, financiado por el BID y el GEF con USD 15,62 millones en el mismo periodo, fortaleció la capacidad de regulación hidrológica de los ecosistemas de alta montaña que abastecen a Bogotá, mediante restauración ecológica, ordenamiento territorial con proyecciones de cambio climático y modelación hidrológica con mapas de riesgo y vulnerabilidad, bajo la ejecución de Conservación Internacional. El Proyecto Binacional de Adaptación al Cambio Climático Colombia-Ecuador, financiado por el Fondo de Adaptación con USD 8 millones entre 2018 y 2024, construyó capacidades de adaptación en pueblos afrodescendientes e indígenas Awá en la zona fronteriza, integrando seguridad alimentaria, Sistemas de Alerta Temprana y medidas de adaptación local con enfoque de género, bajo la ejecución del Programa Mundial de Alimentos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; WFP, 2025). En el ámbito marino-costero, el programa Vida Manglar en el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Cispatá ha explorado mecanismos de mercado voluntario de carbono como fuente de sostenibilidad financiera para las medidas de AbE, vinculando la conservación de manglares con la generación de ingresos que benefician a las comunidades locales participantes.

En cuanto a la eficacia de las medidas de adaptación aplicadas con apoyo externo, el análisis de la cartera de proyectos finalizados, realizado con base en criterios de claridad del objetivo, coherencia de resultados, sostenibilidad, monitoreo y evaluación, adecuación territorial y participación local, reveló patrones estructurales que son relevantes para la política de cooperación futura. En lo referente a la claridad del objetivo, el 70 % de los proyectos no contó con información suficiente para determinar si los resultados reportados eran coherentes con el objetivo planteado; solo seis proyectos presentaron resultados posiblemente coherentes con su propósito de adaptación. Respecto a la sostenibilidad, únicamente un proyecto aportó evidencia suficiente de beneficios continuos después de su finalización, y solo uno demostró haber contribuido al fortalecimiento de la capacidad adaptativa frente a peligros climáticos futuros. En cuanto al monitoreo y evaluación, el 83 % de los proyectos no contó con información suficiente para inferir la disponibilidad de datos necesarios para hacer seguimiento a sus resultados, y solo el 17 % incorporó indicadores claros para este fin. En términos de adecuación, el 35 % de los proyectos respondió a los desafíos climáticos territoriales o sectoriales según las necesidades locales, mientras que el 74 % contribuyó de manera alineada con instrumentos de política como la PNCC o el PNACC. Todos los proyectos incluyeron algún tipo de

participación de actores y comunidades locales; sin embargo, el 61 % no especificó cómo se dio dicho involucramiento ni su nivel de incidencia en el diseño e implementación (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Estos resultados evidencian que, aunque la cooperación internacional ha contribuido de manera significativa a la implementación de medidas de adaptación en Colombia, persisten limitaciones estructurales en la integración de sistemas robustos de monitoreo y evaluación desde el diseño de los proyectos, en la generación de beneficios que trasciendan el horizonte de ejecución y en la escalabilidad de las intervenciones más allá del ámbito geográfico inicial. Las experiencias acumuladas han motivado la incorporación progresiva de criterios de sostenibilidad, alineación con los PIGCCT y los PIGCCS, y mecanismos explícitos de escalamiento en el diseño de los nuevos proyectos de cooperación. La concentración de los flujos de financiamiento internacional en la cooperación bilateral alemana (GIZ) y la banca multilateral (BID, Banco Mundial), junto con las barreras técnicas para el acceso territorial a fondos como el GCF y el GEF, constituyen desafíos que el país continúa abordando a través de su Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

4.6. Seguimiento y evaluación de los procesos y medidas de adaptación

Colombia ha avanzado en el diseño conceptual y técnico del Sistema Nacional de Monitoreo y Evaluación (M&E) de la Adaptación al Cambio Climático, instrumento que el país considera esencial para garantizar la transparencia, el aprendizaje y la rendición de cuentas sobre los avances en materia de adaptación, de conformidad con los compromisos adquiridos en el marco del artículo 7 del Acuerdo de París y los requerimientos del Marco de Transparencia Reforzado. Su propósito central es capturar transformaciones en la capacidad adaptativa, la resiliencia y la reducción de la vulnerabilidad, y generar evidencia para retroalimentar la toma de decisiones de política pública, superando el reporte de actividades hacia una evaluación de resultados e impactos de las medidas implementadas. Este propósito se sustenta en tres componentes que se relacionan de forma jerárquica y complementaria, no equivalente: el Sistema Nacional de M&E, bajo rectoría normativa del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución 1383 de 2023; Ley 1931 de 2018, artículo 6), define la arquitectura institucional y los estándares de reporte; el Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación (SIIVRA), administrado operativamente por el IDEAM en virtud de la misma Resolución 1383 de 2023, genera y centraliza la información de vulnerabilidad, riesgo y adaptación que dicho sistema utilizará como fuente primaria una vez entre en operación; y el módulo de Monitoreo, Evaluación y Aprendizaje (MEL), componente técnico interno del SIIVRA, calcula los indicadores de cambio en riesgo y vulnerabilidad.

El alcance y el estado de avance individual de cada componente se precisan en los siguientes acápites.

4.6.1. Sistema Nacional de Monitoreo y Evaluación (M&E)

El sistema se concibe como un componente estructural del SNICC, cuyo marco operativo está definido en la Resolución 1383 de 2023 del Minambiente. Esta resolución establece de manera expresa su mandato de creación, incluyendo la obligación de desarrollar indicadores, metodologías y sistemas de información para evaluar la gestión climática. La rectoría normativa sobre el diseño y la arquitectura del sistema corresponde al Minambiente, mientras que la administración operativa está a cargo del IDEAM. En este contexto, el SIIVRA constituye la base técnica del sistema, al integrar ocho dimensiones de vulnerabilidad, riesgo y adaptación que sirven como fuente primaria para la construcción de los indicadores de impacto.

Componentes del sistema M&E

La Tabla 4-52 distingue tres funciones que suelen confundirse. Monitorear significa verificar si las acciones se están ejecutando. Evaluar significa analizar si esas acciones producen cambios en vulnerabilidad, riesgo o capacidad adaptativa. Aprender significa usar esa evidencia para ajustar las medidas y mejorar decisiones futuras.

Tabla 4-52. Componentes del sistema M&E

Componente	Alcance y Función
1. Monitoreo	Seguimiento sistemático de la implementación, sus acciones y actividades. Recopilación continua de datos para verificar si las actividades se realizan según lo planeado. Incluye múltiples escalas (nacional, sectorial, regional).
2. Evaluación	Valoración de resultados e impactos de los procesos en momentos estratégicos. Evalúa relevancia, efectividad, eficiencia, coherencia, equidad y sostenibilidad de medidas implementadas.
3. Aprendizaje y Gestión Adaptativa	Proceso iterativo y dinámico. Facilita ajustes en tiempo real de políticas y medidas bajo incertidumbre climática. Fortalece capacidades institucionales y genera conocimiento transferible y escalable.

Fuente. Elaboración propia.

Arquitectura del sistema M&E de Adaptación

La arquitectura del Sistema Nacional de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación al Cambio Climático responde a las orientaciones metodológicas de la NAP Global Network y se estructura en tres niveles operativos interdependientes.

Tabla 4-53. Arquitectura del sistema M&E de Adaptación

Nivel	Actor principal	Función M&E
Nivel 1 - Nacional	Minambiente	Consolidar, analizar y sintetizar información sectorial y territorial. Definir lineamientos técnicos, estándares y criterios de indicadores. Producir reportes BTR.
Nivel 2 - Sectorial	PIGCCS	Reportar avance de acciones sectoriales. Evaluar cambios en capacidades institucionales. Demostrar incorporación del riesgo climático.
Nivel 3 - Territorial	Departamentos / Municipios / PIGCCT	Registrar avance de acciones en campo. Monitorear vulnerabilidad local, exposición al riesgo y capacidad adaptativa comunitaria.

Fuente. Elaboración propia.

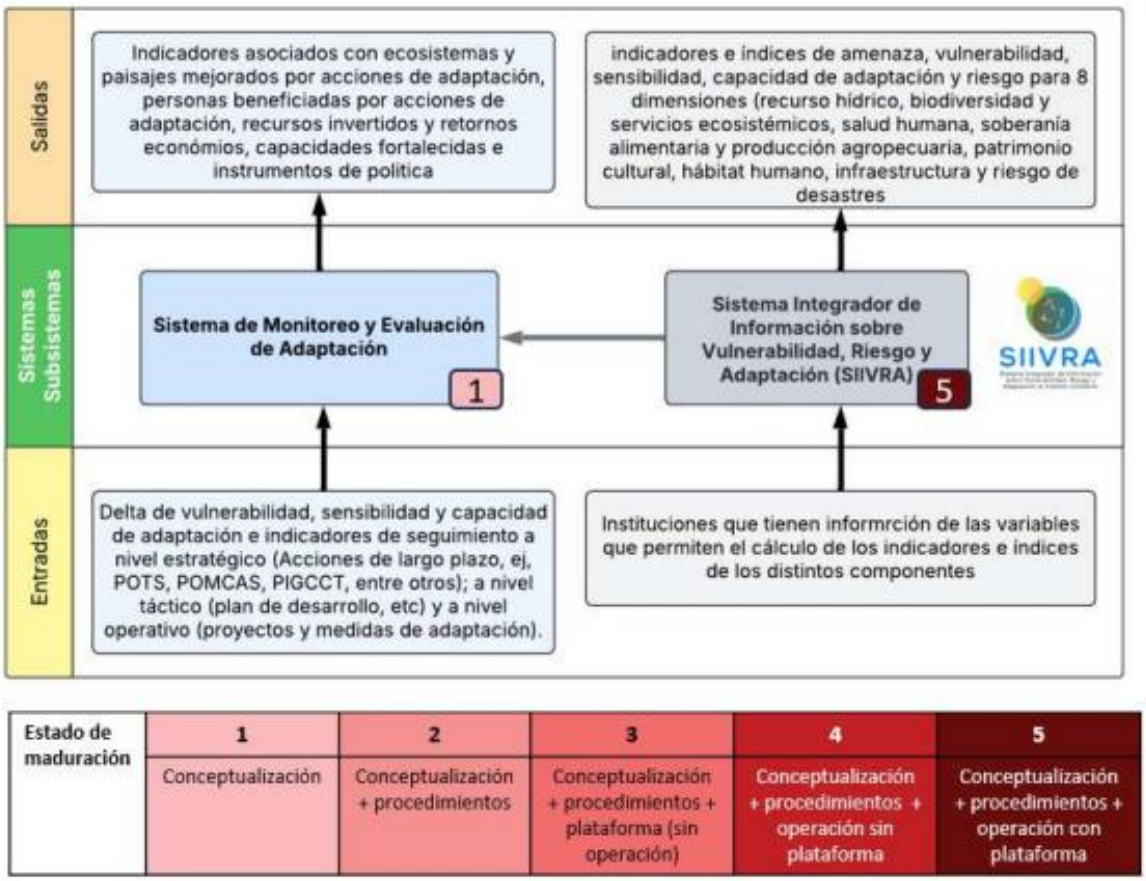
Hoja de ruta para la implementación del sistema M&E (2025–2035)

La implementación del Sistema M&E de la Adaptación se estructura en tres fases progresivas que aseguran su consolidación institucional y su capacidad para sustentar los reportes bienales de transparencia. Durante el período cubierto por este informe, el país se encuentra en la Fase 1 de diseño conceptual (2025–2026), con actividades centradas en la revisión del marco normativo, el mapeo de sistemas de información existentes, la definición de la arquitectura de gobernanza y la articulación con el IDEAM para el establecimiento del protocolo de interoperabilidad con el SIIVRA. Las fases 2 (2027–2030) Sistema estructurado y validado institucionalmente, con gobernanza definida y asegurando su alineación con el SNICC, SIIVRA, el PNACC y el OGA; por último, la fase 3 (2031–2035) Implementación y consolidación del Sistema Nacional de M&E de la adaptación, en uso por entidades nacionales y territoriales para el seguimiento de la vulnerabilidad, la exposición y la capacidad adaptativa, así como de la efectividad de la respuesta frente al cambio climático.

4.6.2. Articulación con el SIIVRA: flujo de información para el M&E

La articulación entre el Sistema M&E de Adaptación y el SIIVRA, administrado operativamente por el IDEAM en virtud de la Resolución 1383 de 2023, constituye el eje estructural para la medición de impactos de adaptación en Colombia. El Sistema M&E requiere la información producida por el SIIVRA para establecer líneas base de vulnerabilidad-riesgo-adaptación (V-R-A) y para evaluar los cambios antes y después de la implementación de las medidas. Esta relación es interoperable y no redundante: cada sistema se especializa en un eslabón diferente de la cadena de resultados (Figura 4-51).

Figura 4-51. Diagnóstico del sistema de monitoreo y evaluación de adaptación



Estado de maduración	1	2	3	4	5
	Conceptualización	Conceptualización + procedimientos	Conceptualización + procedimientos + plataforma (sin operación)	Conceptualización + procedimientos + operación sin plataforma	Conceptualización + procedimientos + operación con plataforma

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024b)

4.6.3. Monitoreo, evaluación y aprendizaje en el marco del SIIVRA

El SIIVRA, en conexión con su marco conceptual y con su meta de adaptación de la NDC establecida al año 2028, desarrolló el módulo de Monitoreo, Evaluación y Aprendizaje (MEL). Este módulo ha sido fortalecido para incorporar de manera integral el componente de aprendizaje, orientado a las lecciones aprendidas y a las buenas prácticas derivadas de la implementación de proyectos y medidas de adaptación al cambio climático. Además del diferencial de vulnerabilidad, capacidad adaptativa y riesgo entre años de corte, el seguimiento de las acciones de adaptación se plantea en tres niveles de planificación, según su escala temporal y espacial.

Con ello se busca fortalecer la gestión del conocimiento, promover la mejora continua de las intervenciones, facilitar la toma de decisiones basadas en evidencia, e identificar los indicadores que han tenido mayor incidencia en el aumento de la vulnerabilidad, como insumo para el tomador de decisión

nacional, regional y local en sus procesos de planificación, focalización de recursos y priorización de medidas de adaptación.

Aspectos conceptuales y metodológicos

El módulo MEL se sustenta en el enfoque de adaptación al cambio climático que reconoce como objetivo fundamental la reducción de las vulnerabilidades, junto con el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas socioecológicos frente a los impactos climáticos (Allaoua, 2011; Salehi et al., 2019; Smit & Pilifosova, 2001; Thulstrup, 2015). La adaptación se entiende como un proceso continuo que involucra acciones directas o que, indirectamente, contribuyen a la resiliencia social y ambiental (Adger, 2003).

Siguiendo a (Leiter, 2017), el SIIVRA tiene entre sus propósitos monitorear y evaluar procesos y resultados de adaptación, considerando, la integración de la adaptación en los procesos de planificación; la ejecución de programas, proyectos o acciones de adaptación; desarrollo del PNACC; y, la reducción de vulnerabilidad y mejora en la resiliencia al cambio climático a nivel nacional.

En este sentido, se plantea el seguimiento a la adaptación a través de las acciones para la adaptación al cambio climático, en los tres niveles de la planificación: largo plazo (estratégico: políticas, planes, metas de largo plazo), mediano plazo (táctica: planes de desarrollo territorial o planes cuatrienales de gobierno) y corto plazo (operativo: intervención con proyectos que se desarrollan en planes operativos anuales). La Tabla 4-54 presenta los niveles de planificación, escala temporal y espacial en los que se desarrollan las acciones orientadas a la adaptación.

Tabla 4-54. Niveles de planificación, escala temporal y espacial de las acciones orientadas a la adaptación en el marco del módulo MEL del SIIVRA

Nivel de la acción	Escala temporal	Escala territorial	Acciones
Estratégico	Largo plazo (10+ años)	Nacional y regional	Políticas, planes y estrategias de largo plazo: Estrategia Nacional de Cambio Climático 2050, Plan Nacional de Cambio Climático (PNACC), Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas (POMCA), Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territorial (PIGCCT).
Táctico	Cuatro años	Nacional, departamental, municipal	Planes territoriales de desarrollo.
Operativo	Anual	Municipal	Proyectos.

Fuente: (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2020)

En lo que respecta al seguimiento de las acciones del nivel estratégico, estas se basan en información sobre las políticas, leyes, normas que, sobre asuntos de adaptación al cambio climático, se hayan incorporado durante el período en

evaluación (en este nivel se incluyen actualizaciones de los POT, los POMCAs y los PIGCCT.

Las acciones del nivel táctico aportan información específica de adaptación al cambio climático que está en los planes de desarrollo territoriales cuatrienales; finalmente, en el nivel operativo, se contempla información de los proyectos o iniciativas de adaptación al cambio climático.

Lo anterior con el objeto de hacer seguimiento y evaluación del impacto/resultado de las acciones de adaptación en cada una de las dimensiones y en los diferentes niveles de la planificación, valorando los efectos señalados por Owen (2020) más los que no se consideran en esa lista (por ejemplo, los relacionados con seguridad alimentaria, salud, patrimonio cultural); también reconociendo la contribución de las acciones de adaptación a través de los beneficios a la población (diferenciada por género, grupos etarios, grupo étnico, condiciones de discapacidad, de ser posible), a territorios comunitarios, a ecosistemas y a cuencas.

Lo anterior, muestra la complejidad y necesidad en el SIIVRA de considerar información detallada proveniente de dichas fuentes no solo para poder establecer indicadores de resultado, producto e impacto sino también de la articulación interinstitucional y armonización de los instrumentos con el monitoreo y evaluación de la adaptación de tal manera que no se traslape tiempos y dupliquen esfuerzos; sino que el uno sea insumo del otro.

En consecuencia, la arquitectura del SIIVRA integra una base de datos estructurada para el registro, gestión, actualización y trazabilidad de las acciones de adaptación al cambio climático. A partir de los datos e información recolectados a través de un formulario, y, en función del propósito del sistema, se realiza la estabilización y armonización de la base de datos.

Actualmente, se realiza la revisión de la propuesta de indicadores en el marco conceptual, y, a la luz de la información disponible, recolectada sobre los distintos niveles (estratégicos, tácticos y operativos) y formulando otros que cumplan los requisitos de indicador. De esta manera, se espera de manera incremental generar indicadores de producto, resultado e impacto que permita medir el avance, la efectividad y las contribuciones de las acciones implementadas a la adaptación.

Adicionalmente, el proceso de la evaluación de la adaptación toma como referente a Lesnikowski et al. (2015) y Klostermann et al. (2018), con miras ver el avance en la adaptación a través de la reducción de la vulnerabilidad, ya sea por fortalecimiento de la capacidad adaptativa o por reducción de la sensibilidad del

territorio o del sector al cambio climático (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2020).

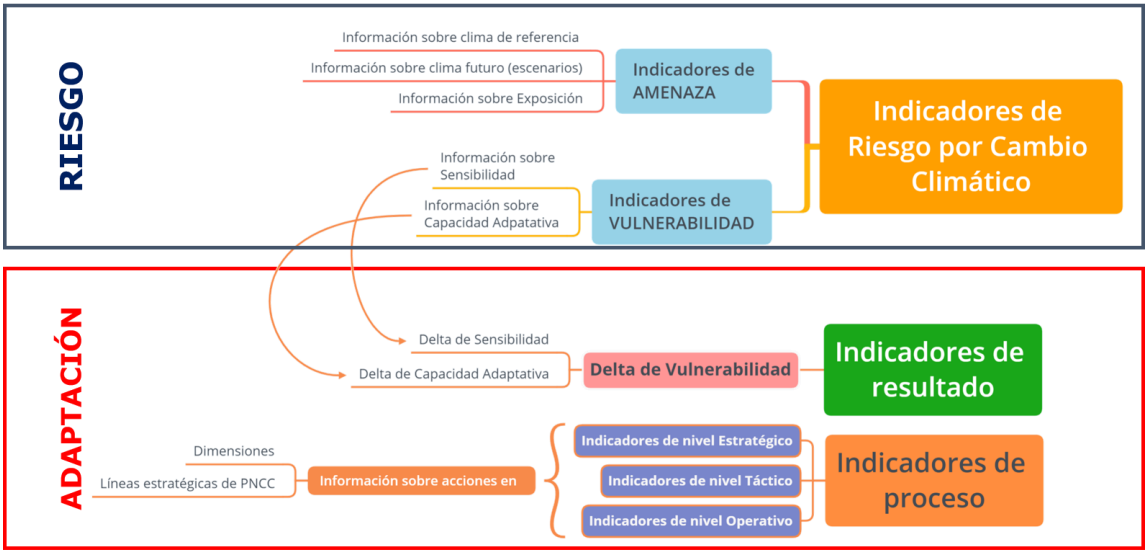


Figura 4-52. Esquema de indicadores de riesgo y de adaptación al cambio climático (indicadores de resultado y de proceso)

Fuente: (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2020)

En términos metodológicos, el SIIVRA, a partir de la estimación del riesgo climático base, en el cual, se tuvo en cuenta la variación de la amenaza derivada de escenarios SSP, aplicada sobre el estado actual de la vulnerabilidad (año 1). Se realiza un ejercicio analítico complementario orientado a evaluar cómo los cambios en la vulnerabilidad podrían influir en el riesgo climático proyectado. Es decir, que se calcula un diferencial (el delta de cambio) de la vulnerabilidad para el año 1 y el año 2. Este cambio en la vulnerabilidad (Δv), en función de la sensibilidad y capacidad adaptativa, muestra, en otras palabras, si la vulnerabilidad se incrementa, se mantiene o se reduce.

Posteriormente, se estima la variación del riesgo (ΔR), resultante de la interacción entre la variación de la amenaza (escenarios SSP) y el cambio observado en la vulnerabilidad entre un año 1 y un año 2. Esto permite entender no solo qué tan grande es el problema, sino también cuánto se puede reducir mediante acciones concretas.

Es de notar que el ΔR no representa un nuevo nivel de riesgo, sino una medida del efecto de la gestión, las intervenciones o las dinámicas territoriales sobre la evolución del riesgo climático. Esto permite inferir cómo las variaciones observadas en la vulnerabilidad pueden modificar la magnitud del riesgo proyectado bajo cambio climático. Ver grafico

De igual manera, los cálculos permiten la identificación de los indicadores o variables que tienen mayor influencia en la reducción o incremento de la vulnerabilidad, así como los municipios que presentan mayor riesgo debido al cambio en la vulnerabilidad positivo o negativo. Esto es un insumo importante al tomador de decisión en el momento de focalizar recursos e identificar y priorizar hacia donde podrían estar direccionadas las acciones de adaptación. Los anteriores cálculos se realizan para todas las dimensiones y para todos los municipios de Colombia. La siguiente figura se observa la evaluación integrada del riesgo y su utilidad para la gestión.

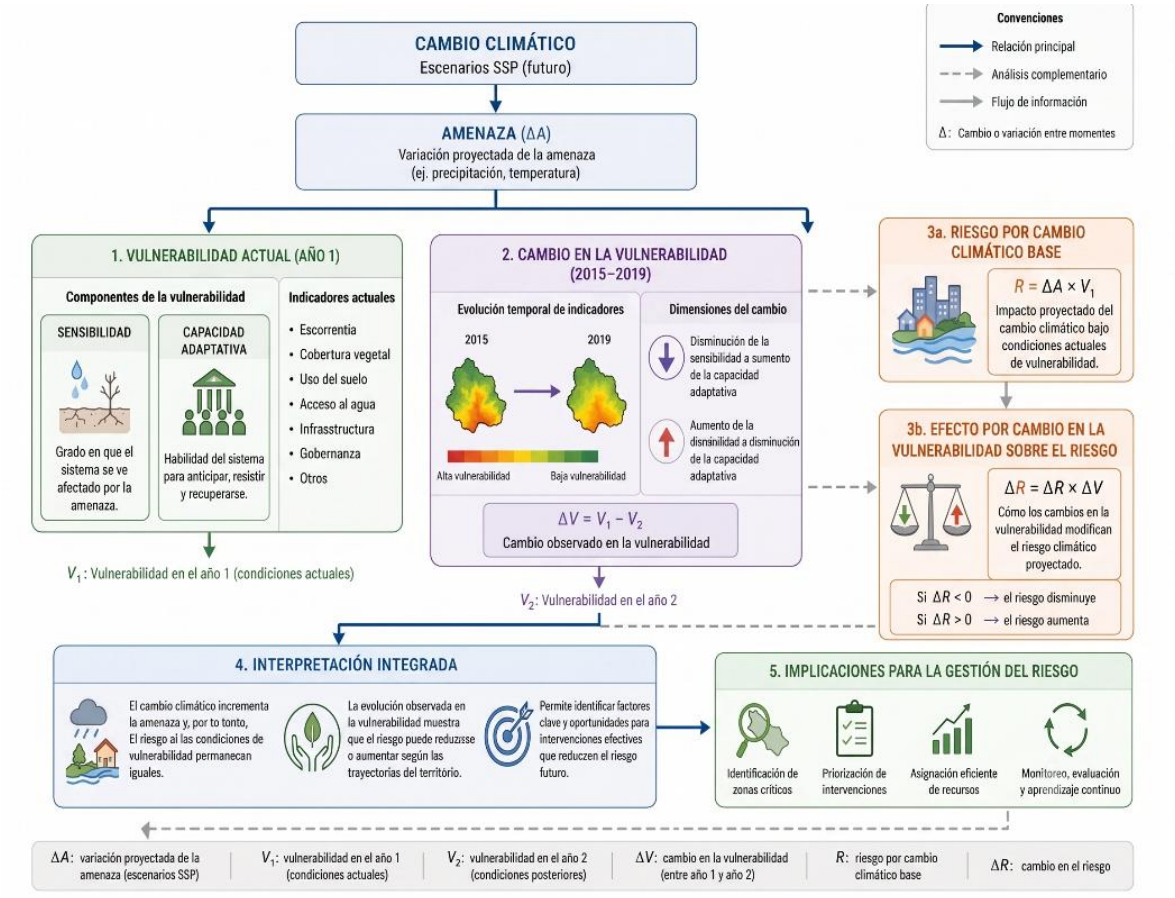


Figura 4-53. Marco conceptual para la evaluación integrada del riesgo climático y el cambio en la vulnerabilidad

4.6.3.1. Avance de resultados de monitoreo, evaluación y aprendizaje: 2015-2023

4.6.3.1.1. Monitoreo de la adaptación

El monitoreo se presenta mediante un análisis descriptivo, dado que el sistema se encuentra en producción y operación, con procedimientos de verificación para

la generación de indicadores a través de rutinas del SIIVRA, cuyos resultados se reportarán progresivamente conforme a la metodología ya descrita.

Tabla 4-55. Acciones orientadas a la adaptación al cambio climático por nivel de planificación, según escala espacio-temporal, 2015-2025

Nivel	Nombre	Sigla	Total
Estratégico	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	PNACC	1
	Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia	E2050	1
	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial	PIGCCT	31
	Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial Municipal	POT/EOT	192
	Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas	POMCA	94
Táctico	Plan Nacional de Desarrollo	PND	3
	Plan Departamental de Desarrollo	PDD	33
Operativo	Proyectos revisados		58
	Proyectos en verificación		29
Total			442

Nota: las acciones hacen alusión a aquellas dirigidas u orientadas en el marco de la adaptación al cambio climático (amenaza, vulnerabilidad y riesgo).

Las acciones del nivel operativo corresponden a iniciativas formuladas y ejecutadas directamente para la adaptación, es decir, que incluyen el cambio climático en sus componentes de amenaza, sensibilidad y capacidad de adaptación, y se encuentran asociadas en el sistema a proyectos y medidas de adaptación. En la siguiente figura se presenta el mapa de proyectos de adaptación a corte de 2025, donde se muestra una alta concentración de proyectos en la región Andina, que reúne más del 70 % de la población del país, seguida de la región Caribe.

Entre 2015 y 2025, de los 87 proyectos territoriales analizados, los objetivos y resultados esperados se orientan principalmente a las dimensiones de recurso hídrico, biodiversidad y servicios ecosistémicos, y seguridad alimentaria; la gestión de desastres presenta comparativamente el menor número de proyectos. En cuanto a las líneas estratégicas (los grandes ámbitos de desarrollo hacia los que deberían dirigirse las medidas de adaptación y de reducción de emisiones), la mayoría de los proyectos se alinea con el manejo y conservación de ecosistemas y el desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima, mientras que se observa una ubicación escasa de proyectos en la línea de desarrollo minero-energético bajo en carbono (energías renovables y eficiencia energética), lo que amerita triangularse con las medidas de adaptación y los PIGCCT para evaluarse en su verdadera dimensión.

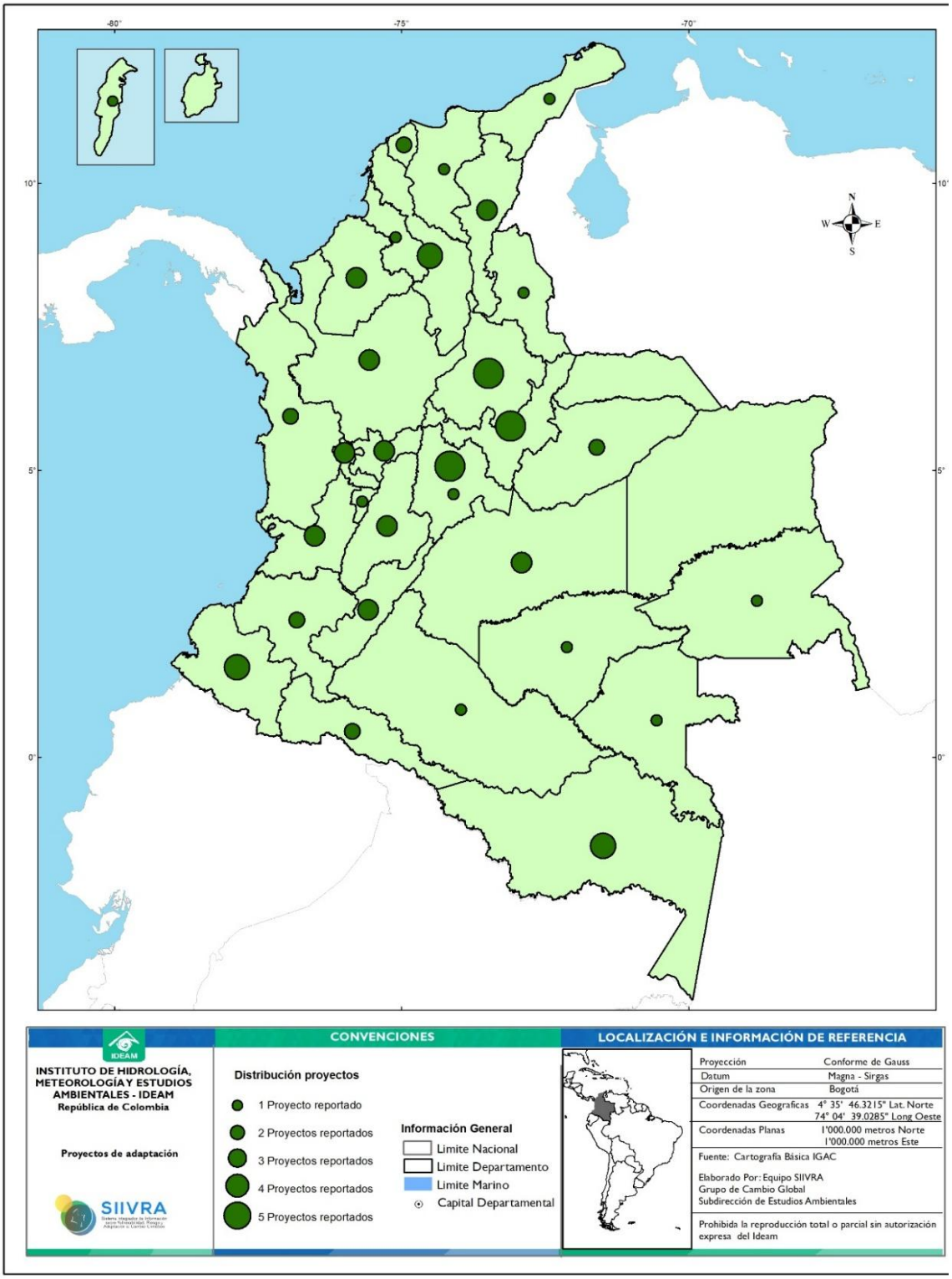


Figura 4-54. Distribución departamental de los proyectos de adaptación al cambio climático reportados

Fuente. Elaboración propia.

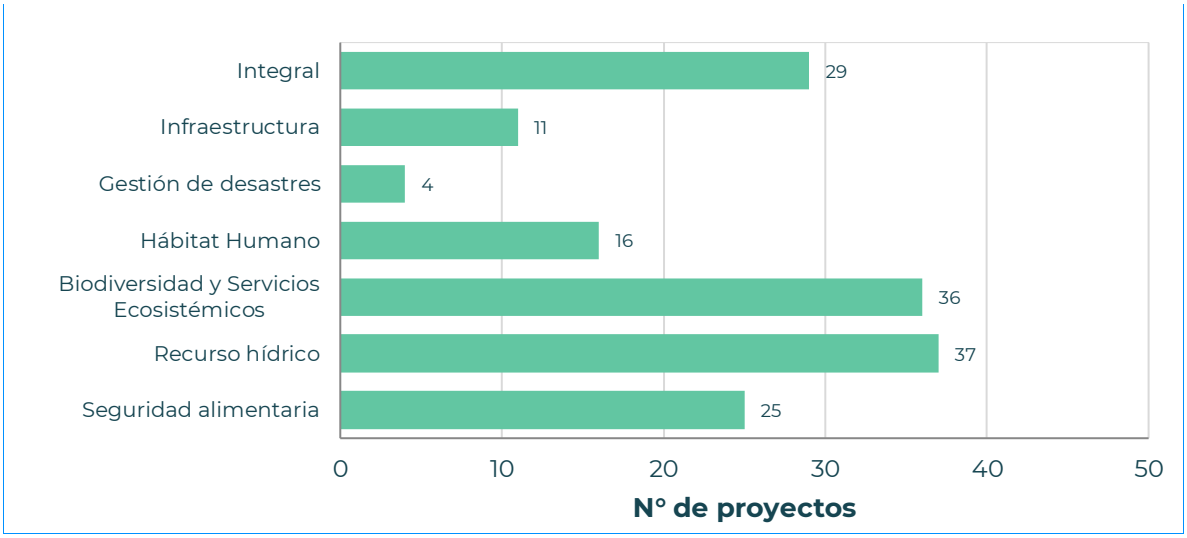


Figura 4-55. Número de proyectos de adaptación al cambio climático por dimensión o categoría de análisis, 2015-2025

Fuente: Elaboración propia

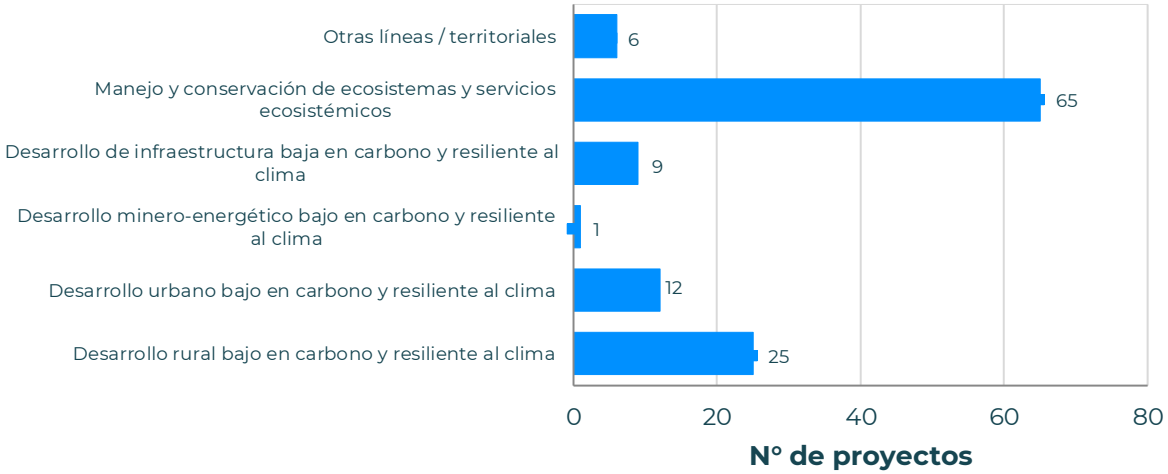


Figura 4-56. Número de proyectos de adaptación al cambio climático según línea estratégica de política de cambio climático, 2015-2025

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la línea instrumental de política de cambio climático (las herramientas mediante las cuales se implementan las líneas estratégicas), los proyectos revisados hacen énfasis en la planificación de la gestión del cambio climático, buscando incorporar o impactar con sus resultados los planes de desarrollo, el ordenamiento territorial y las políticas sectoriales, así como la educación, formación y sensibilización, y la información, tecnología e investigación. En menor medida se orientan al desarrollo urbano frente al cambio climático y a la gestión integral del recurso hídrico.

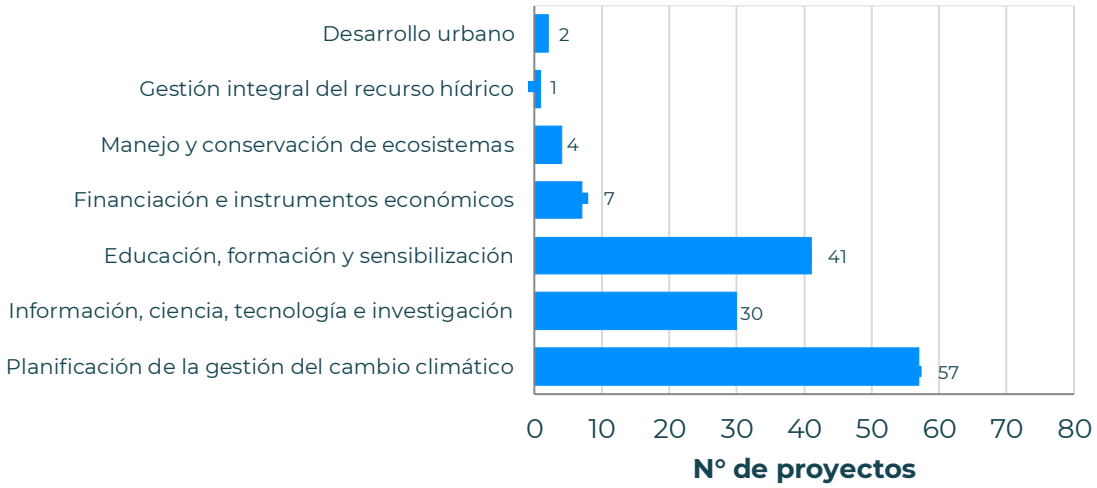


Figura 4-57. Número de proyectos de adaptación al cambio climático según línea instrumental de política de cambio climático, 2015-2025

Nota en esta lectura es importante aclarar que los resultados presentados son avances de los proyectos revisados y que requiere para efectos de análisis su triangulación con las medidas de adaptación y los PIGCCT.

Con respecto a los objetivos del PNACC, los proyectos revisados están encaminados a incorporar o impactar los instrumentos de planeación con el tema de cambio climático, la gestión del conocimiento y la transformación del desarrollo, en especial mediante el mejoramiento de los datos.

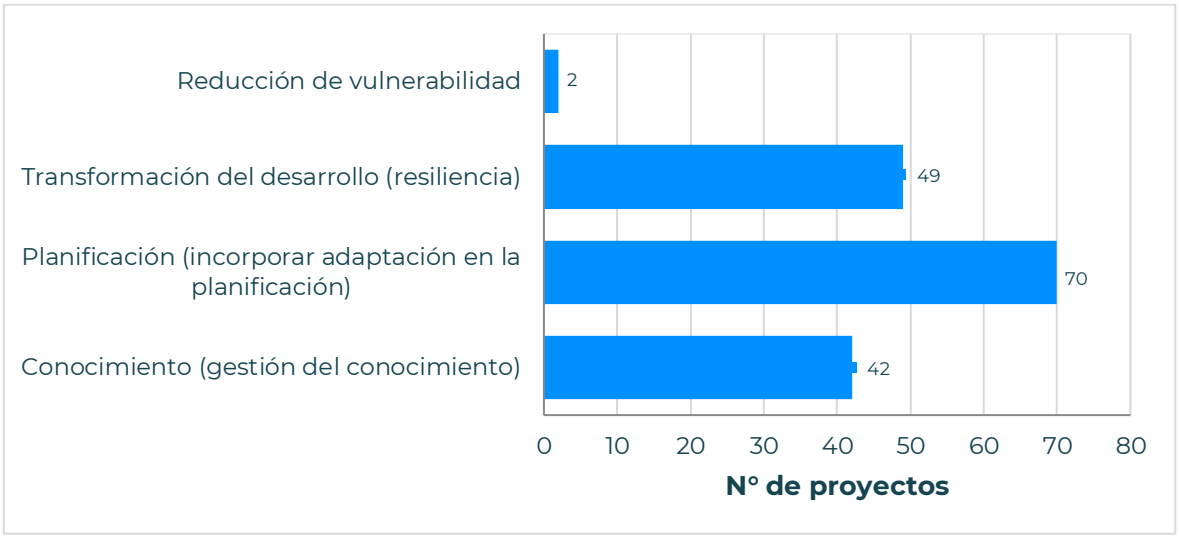


Figura 4-58. Número de proyectos de adaptación al cambio climático según objetivo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), 2015-2025

Fuente: Elaboración propia

Enfoque de género

La incorporación del enfoque de género en los procesos de adaptación al cambio climático ha evolucionado de manera significativa durante la última década, pasando de aproximaciones centradas principalmente en la participación de las mujeres a enfoques más integrales orientados al análisis de las desigualdades estructurales que influyen sobre la vulnerabilidad, la capacidad adaptativa y la resiliencia de los sistemas socioecológicos.

Esta evolución reconoce que los impactos del cambio climático no afectan de manera homogénea a la población. Factores como el género, la edad, la pertenencia étnica, la discapacidad, las condiciones socioeconómicas y la ruralidad interactúan entre sí configurando vulnerabilidades diferenciadas y capacidades adaptativas diversas. En consecuencia, la adaptación al cambio climático requiere incorporar enfoques diferenciales e interseccionales que permitan comprender cómo estas condiciones inciden en el acceso a recursos, información, servicios, participación y oportunidades para enfrentar los riesgos climáticos.

En este contexto, el SIIVRA representa una oportunidad para fortalecer la incorporación del enfoque de género en los procesos de monitoreo, evaluación y aprendizaje de la adaptación. La generación y análisis de información desagregada permitirá visibilizar desigualdades existentes, identificar grupos con mayores condiciones de vulnerabilidad y reconocer capacidades adaptativas presentes en los territorios.

Desde el enfoque conceptual del SIIVRA, las desigualdades de género pueden influir tanto en la sensibilidad como en la capacidad de adaptación frente al cambio climático. Diferencias en el acceso a la tierra, recursos productivos, financiamiento, educación, servicios de salud, participación comunitaria e información climática pueden incidir en la forma en que distintos grupos enfrentan los impactos asociados al cambio climático. Al mismo tiempo, las mujeres y sus organizaciones desempeñan un papel fundamental en la gestión comunitaria del agua, la conservación de ecosistemas, la seguridad alimentaria y el desarrollo de estrategias locales de adaptación.

De igual manera, las acciones de adaptación implementadas en los territorios han mostrado una evolución desde enfoques centrados exclusivamente en la participación de las mujeres hacia procesos que promueven la inclusión, la equidad, la corresponsabilidad en las labores de cuidado, el fortalecimiento de capacidades y la participación efectiva en espacios de toma de decisiones. Asimismo, se observa una mayor incorporación de enfoques interculturales y diferenciales que reconocen las particularidades organizativas, culturales y

territoriales de pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes, campesinas y otros grupos poblacionales.

Aunque el SIIVRA incorpora avances importantes en el análisis de vulnerabilidad, sensibilidad y capacidad adaptativa a escala territorial, actualmente existen limitaciones para analizar vulnerabilidades diferenciadas por género debido a la disponibilidad de información desagregada. En consecuencia, el fortalecimiento progresivo de variables de sexo, género, edad, pertenencia étnica, discapacidad y ruralidad constituye una oportunidad estratégica para avanzar hacia análisis más precisos e inclusivos de la adaptación al cambio climático.

En perspectiva de fortalecimiento institucional, el desarrollo progresivo del módulo de MEL constituye una oportunidad para incorporar indicadores que permitan realizar seguimiento a los beneficios diferenciados de la adaptación, el fortalecimiento de capacidades adaptativas, la participación en procesos de gobernanza climática y la contribución de las acciones implementadas a la reducción de brechas de género. Esto contribuirá a generar evidencia para la toma de decisiones y a fortalecer una adaptación más efectiva, inclusiva y socialmente justa.

4.6.3.1.2. Evaluación

4.6.3.1.2.1. Resultados de la evaluación de la adaptación en la dimensión de Recursos Hídricos

En cuanto al riesgo por cambio climático en el periodo 2021-2040, a partir de las comparaciones del año 2015 y 2019, se observa que en los escenarios SSP 1-2.6 y SSP 2-4.5, el 82% y el 69,6% de los municipios, respectivamente, presentarán posibles reducciones bajas de riesgo por la disminución en los valores de vulnerabilidad y valores muy bajos de amenaza. Comparativamente, si se observan los deltas de riesgo de los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5, se identifican incrementos de riesgo, en un 34,3% y 35,2% de los municipios, debido a un aumento en la vulnerabilidad y a valores de amenaza más altos.

Para el periodo 2041-2060, a partir de la comparación entre 2015-2019, se puede observar que a partir del escenario SSP 2-4.5 y hasta el SSP 5-8.5, un porcentaje importante de los municipios no presentan cambios, principalmente en la región Andina y parte de la Orinoquía. Los incrementos bajos de riesgo se presentarán probablemente en la región Caribe y parte de la Amazonía, debido a la amenaza y la reducción de vulnerabilidad entre este periodo.

En el periodo 2061-2080, se mantiene un patrón similar en todos los escenarios, con un porcentaje alto de municipios que mantienen sus condiciones de riesgo,

con algunas reducciones principalmente en la región Pacífico e incrementos en Amazonia y Orinoquia. En cuanto al periodo 2081-2100, se identifica que en el escenario SSP 1-2.6 predominan las reducciones bajas de riesgo, contrario al resto de escenarios en los que un porcentaje importante no presenta cambios, y se destacan los incrementos bajos de riesgo en la Amazonia.

El escenario SSP 1-2.6, a partir de las comparaciones del año 2015 y 2019, el 82% de los municipios probablemente presentarán reducciones bajas por la disminución en los valores de vulnerabilidad, es decir, debido a un mejoramiento de las condiciones socioecológicas; un 9,5% no presentará cambios, y el porcentaje restante tendrá aumentos de riesgo bajo a medio. En el SSP 2-4.5 el 69,6% de los municipios probablemente tengan reducciones bajas de riesgo respectivamente, probablemente presentarán reducciones bajas por la disminución en los valores de vulnerabilidad. Por su parte, en los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5 incrementos bajos de riesgo, en un 34,1% y 35% de los municipios, debido a un aumento en la vulnerabilidad entre los años 2015 y 2019.

En la dimensión de Recursos Hídricos, el 35% de los municipios aumentó su vulnerabilidad, y el 63% la redujo entre los años de corte 2015 y 2019. Dentro de los municipios que se destacan por presentar mayores aumentos de vulnerabilidad, se encuentran Nariño (Antioquia), Restrepo y Guacarí (Valle del Cauca), Guayabetal (Cundinamarca), Dosquebradas (Risaralda), Rondón (Boyacá) y Chocontá (Cundinamarca). Estos municipios, igualmente presentan un incremento de sensibilidad, cuyos indicadores con mayor contribución se encuentran representados en las altas tasas de deforestación, la mayor susceptibilidad al desabastecimiento en temporada seca y los valores bajos del índice de remanencia (coberturas naturales que se conservan). Dentro de los municipios que se destacan por reducir su capacidad de adaptación, se encuentran Cáceres, Nariño y Titiribí (Antioquia), Panqueba (Boyacá), Cerro de San Antonio (Magdalena), Cabuyaro (Meta) y Restrepo (Valle del Cauca), principalmente por el índice de desempeño integral municipal, la proporción de cobertura de acueducto y la proporción de inversión en agua potable y saneamiento básico.

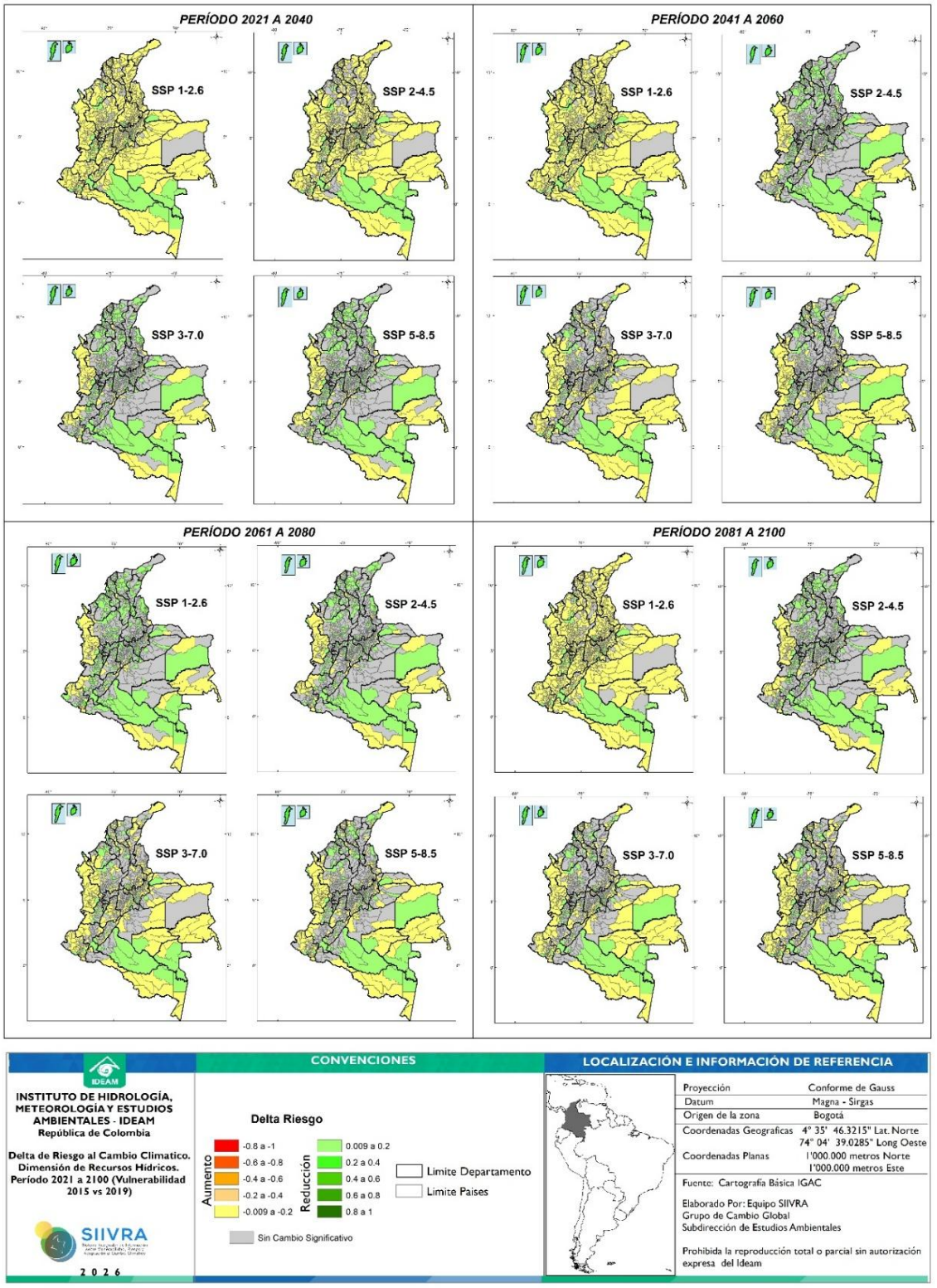


Figura 4-59. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, periodo 2021–2100 (comparación 2015 vs. 2019), según escenario SSP

Fuente: Elaboración propia

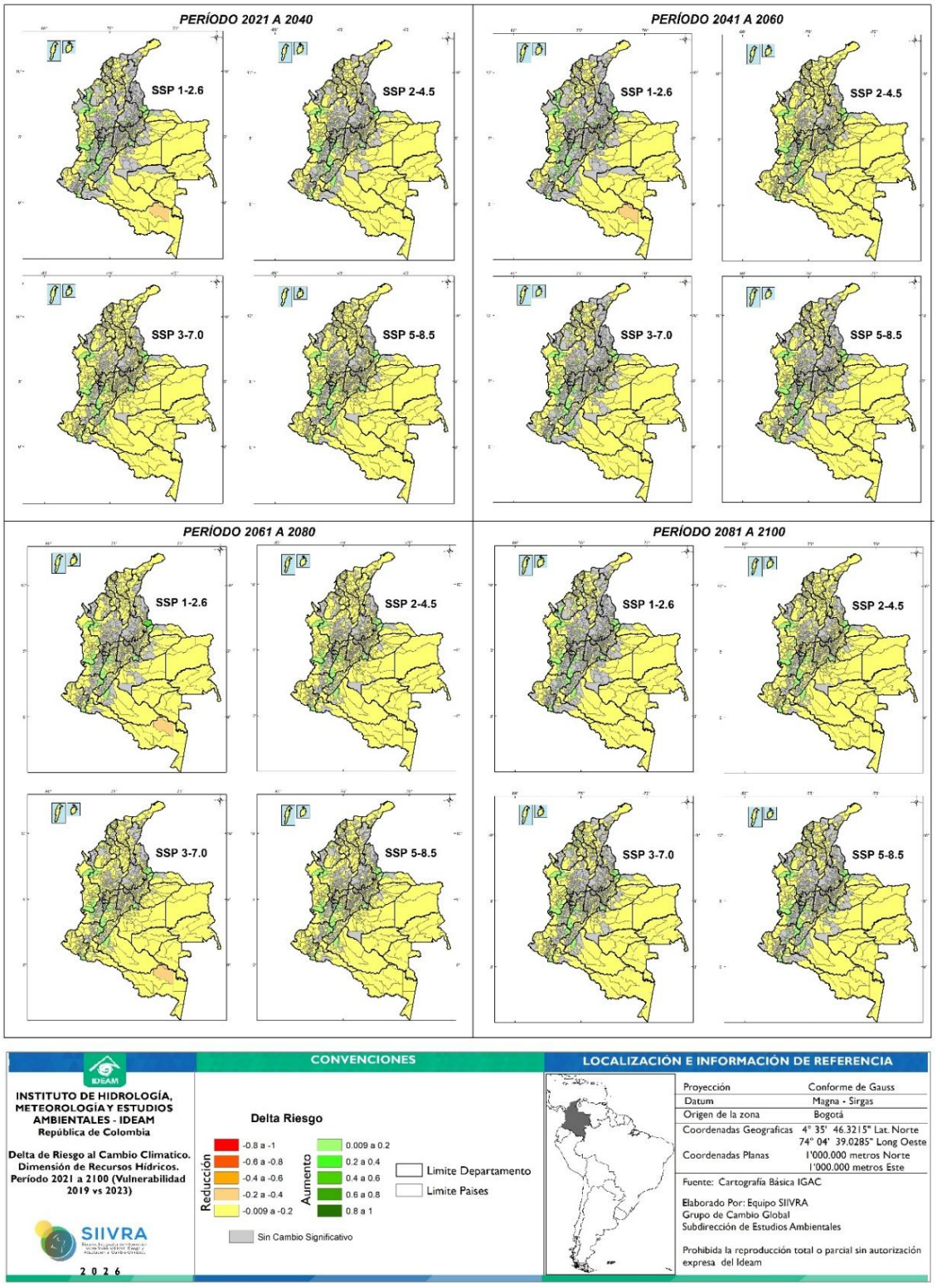


Figura 4-60. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos, periodo 2021–2100 (comparación 2019 vs. 2023), según escenario SSP

Fuente: Elaboración propia

El delta de vulnerabilidad entre los años 2015 y 2019, se caracterizó por las reducciones bajas en los valores de estos componentes, mientras que entre 2019 y 2023, se presentan incrementos en la región Andina y Caribe, y reducciones en los departamentos de Caquetá, Vaupés y Amazonas. En términos de sensibilidad, se observan reducciones entre el año 2019 y 2023 principalmente por reducción en la tasa de deforestación. En cuanto a la capacidad de adaptación, las reducciones se presentan en la mayor parte del país, principalmente por disminuciones en inversiones en saneamiento y agua potable, y en conservación de microcuencas que abastecen el acueducto, protección de fuentes y reforestación de dichas cuencas, al igual que por las disminuciones en el valor agregado municipal.

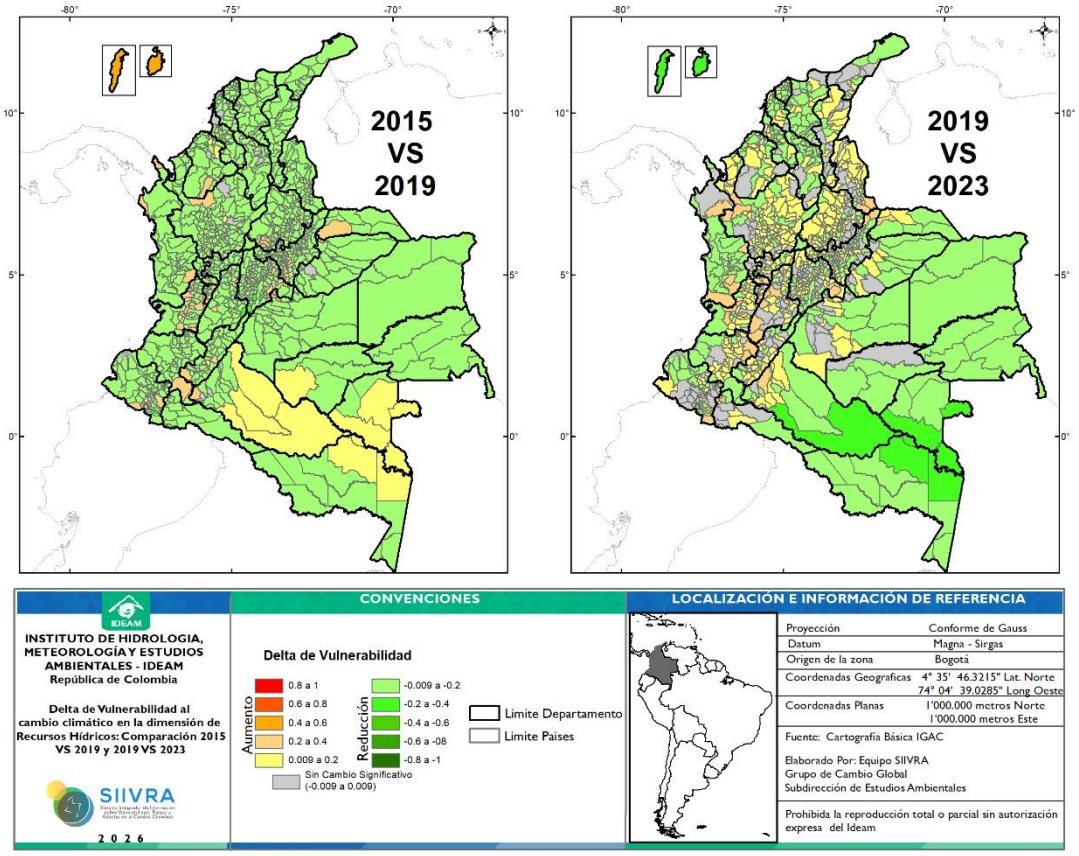


Figura 4-61. Delta de vulnerabilidad por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (Comparación 2015-2019 y 2019-2023)

Fuente: Elaboración propia

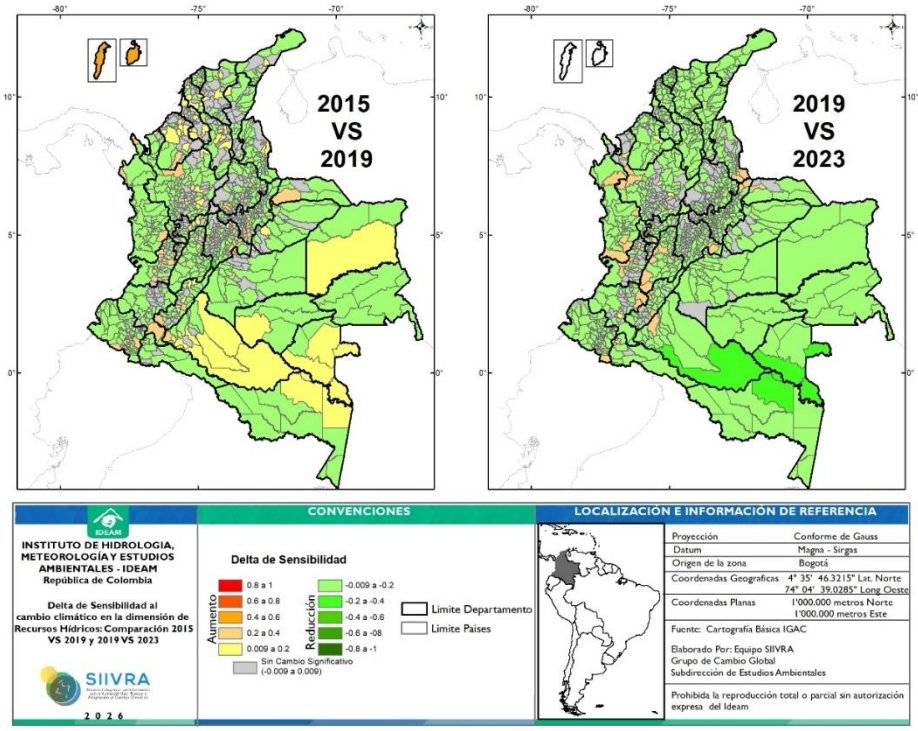


Figura 4-62. Delta de sensibilidad por cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (Comparación 2015-2019 y 2019-2023)

Fuente: Elaboración propia

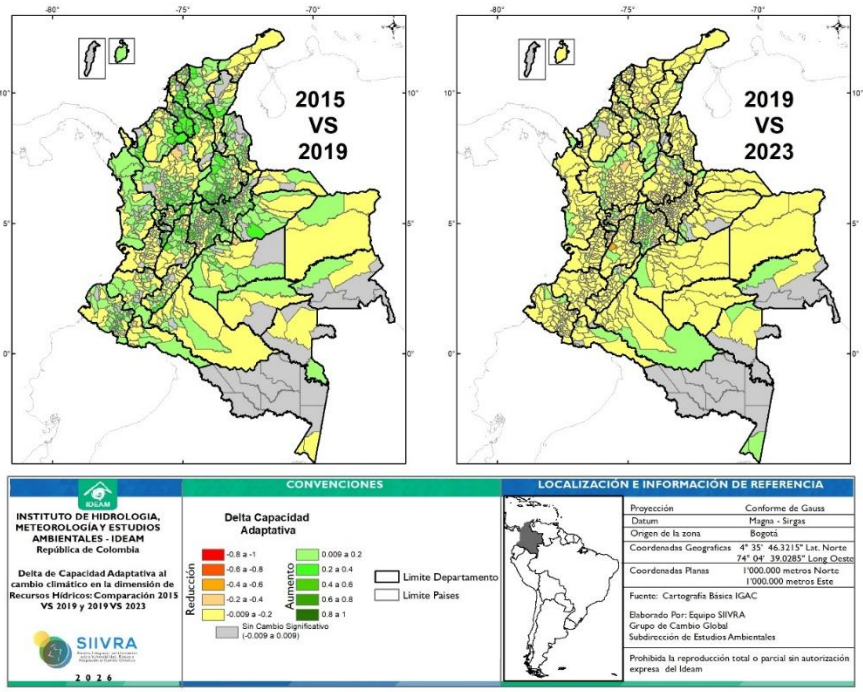


Figura 4-63. Delta de capacidad adaptativa al cambio climático en la dimensión de recursos hídricos (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente: Elaboración propia

4.6.3.1.2.2. Resultados de la evaluación de la adaptación en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria

El análisis de los deltas de riesgo permite evaluar el efecto de los cambios en las condiciones socioecológicas sobre el riesgo por cambio climático, comparando dos años de corte bajo un mismo escenario y periodo. Dado que la amenaza climática no varía entre años de corte (el delta de amenaza es cero en las treinta y dos comparaciones realizadas), las variaciones observadas en el riesgo son atribuibles exclusivamente a los cambios en la vulnerabilidad, es decir, en la sensibilidad y la capacidad de adaptación de los territorios.

Los deltas de riesgo se clasificaron en diez categorías de variación, desde Reducción Extrema (menor a −0,8) hasta Aumento Extremo (mayor a 0,8). En la dimensión SAPA, los valores observados se ubican entre −0,160 y +0,177, de modo que la totalidad de los municipios se concentra en las tres categorías centrales: Reducción Baja ([−0,2; −0,009)), Sin Cambio ([−0,009; 0,009]) y Aumento Bajo ((0,009; 0,2]). Ninguna de las categorías de variación media, alta, muy alta o extrema registra municipios en ninguna de las ventanas escenario-periodo, lo que indica que los cambios en el riesgo derivados de la gestión de la adaptación han sido, hasta ahora, de magnitud moderada.

Comparación 2015-2019. En este periodo se observa un balance claramente favorable. En el periodo 2021-2040, la categoría de Reducción Baja agrupa al 50,0% de los municipios en los escenarios SSP 1-2.6 (561 municipios) y SSP 2-4.5 (560 municipios), al 49,6% en SSP 3-7.0 (556 municipios) y al 49,4% en SSP 5-8.5 (554 municipios). En torno al 31,3%-32,1% de los municipios se mantiene Sin Cambio y cerca del 18,3%-18,5% registra Aumento Bajo. Este comportamiento responde al mejoramiento de las condiciones socioecológicas entre ambos años de corte, en particular al incremento de la capacidad de adaptación, que aumentó en 1.018 municipios.

El patrón se sostiene con variaciones menores en el periodo 2041-2060, donde la Reducción Baja oscila entre el 46,5% (SSP 5-8.5) y el 48,7% (SSP 1-2.6), y en la mayoría de las ventanas de los periodos 2061-2080 y 2081-2100.

No obstante, se identifican dos ventanas con comportamiento invertido. En el escenario SSP 3-7.0, periodo 2061-2080, la categoría de Aumento Bajo agrupa al 48,7% de los municipios (546), frente a solo el 19,4% (218) en Reducción Baja. De manera similar, en el escenario SSP 5-8.5, periodo 2081-2100, el Aumento Bajo alcanza el 40,6% (455 municipios) frente al 23,5% (263) de Reducción Baja. Una situación intermedia se observa en SSP 3-7.0 para 2081-2100, con 38,5% de reducciones (432 municipios) y 23,8% de aumentos (267 municipios). Estas ventanas corresponden precisamente a los periodos y escenarios donde la

amenaza agroclimática es más intensa, de modo que las mejoras socioecológicas resultan insuficientes para compensar la señal climática y numerosos municipios se reposicionan hacia niveles relativos de riesgo superiores.

Territorialmente, las reducciones de riesgo entre 2015 y 2019 se concentran en Bogotá D.C. y Putumayo (100% de sus municipios), Cesar (92%), Quindío y Atlántico (83%), Córdoba (77%) y Valle del Cauca (74%). Los municipios con mayores reducciones son Génova, Buenavista y Pijao (Quindío), Santa Lucía (Atlántico), San Pelayo y San Carlos (Córdoba), Caldas (Boyacá) y San Pedro de Urabá (Antioquia). En contraste, los aumentos predominan en Arauca (71%), Vaupés y Vichada (50%), Sucre (46%), La Guajira (40%), Huila (38%) y Risaralda (36%), destacándose por su magnitud Norosí (Bolívar), Tuchín y San José de Uré (Córdoba), Espinal y Flandes (Tolima), Villavieja (Huila), Guachené (Cauca) y Uribia (La Guajira).

Comparación 2019-2023. El panorama cambia sustancialmente: la categoría Sin Cambio pasa a ser ampliamente dominante, agrupando entre el 89,2% y el 93,0% de los municipios en todas las ventanas escenario-periodo. En el periodo 2021-2040, los municipios sin cambio representan el 91,0% en SSP 1-2.6 (1.020 municipios), el 91,3% en SSP 2-4.5 (1.023) y en SSP 5-8.5 (1.024), y el 91,2% en SSP 3-7.0 (1.022). La categoría de Reducción Baja se limita a entre 13 y 25 municipios (1,2%-2,2%) y la de Aumento Bajo a entre 56 y 106 municipios (5,0%-9,5%).

Los valores más altos de Aumento Bajo en este periodo se presentan en los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5 para 2081-2100, con 105 y 106 municipios respectivamente (9,4% y 9,5%), acompañados de la menor proporción de reducciones de toda la serie (13 municipios; 1,2%). Esta estabilidad generalizada refleja que los cambios en la vulnerabilidad entre 2019 y 2023 fueron de mucha menor magnitud que los del periodo anterior, y que el retroceso en la capacidad de adaptación (que disminuyó en 724 municipios) compensó buena parte de la reducción de la sensibilidad.

Territorialmente, los aumentos se concentran en Antioquia (20 municipios), Santander (8), Putumayo (7), y Cauca, Meta, Bolívar y Caquetá (4 cada uno), con los mayores incrementos en Cisneros y Yalí (Antioquia), Tibú (Norte de Santander), Puerto Caicedo y San Miguel (Putumayo), Florencia y Piamonte (Cauca) y Cucaita (Boyacá). Las reducciones, aunque escasas, corresponden principalmente a Cicuco, Hatillo de Loba y Zambrano (Bolívar), Guaranda (Sucre), Chimá (Córdoba) y Nariño (Cundinamarca).

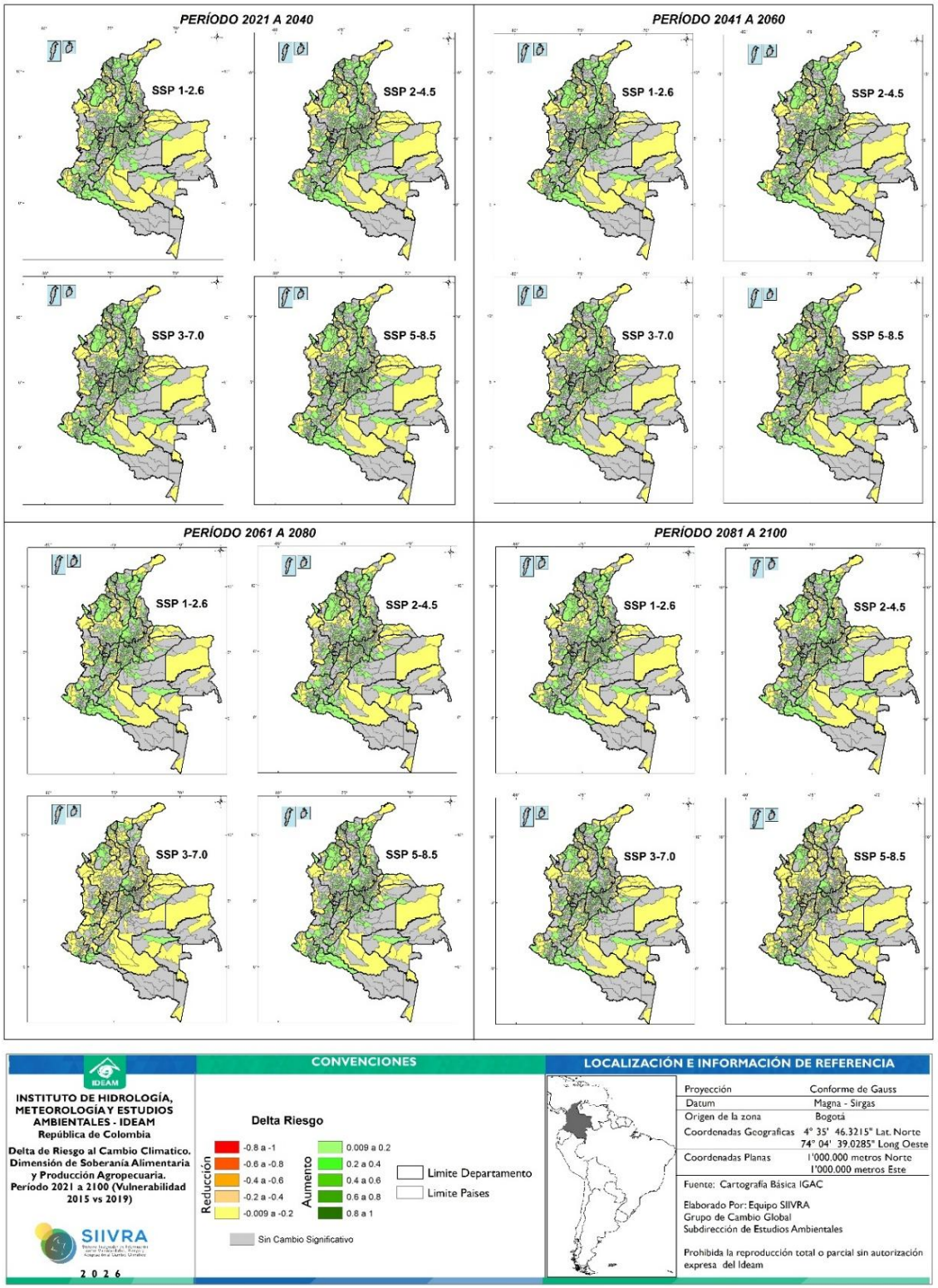


Figura 4-64. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, periodo 2021–2100 (comparación 2015 vs. 2019), según escenario SSP

Fuente. Elaboración propia.

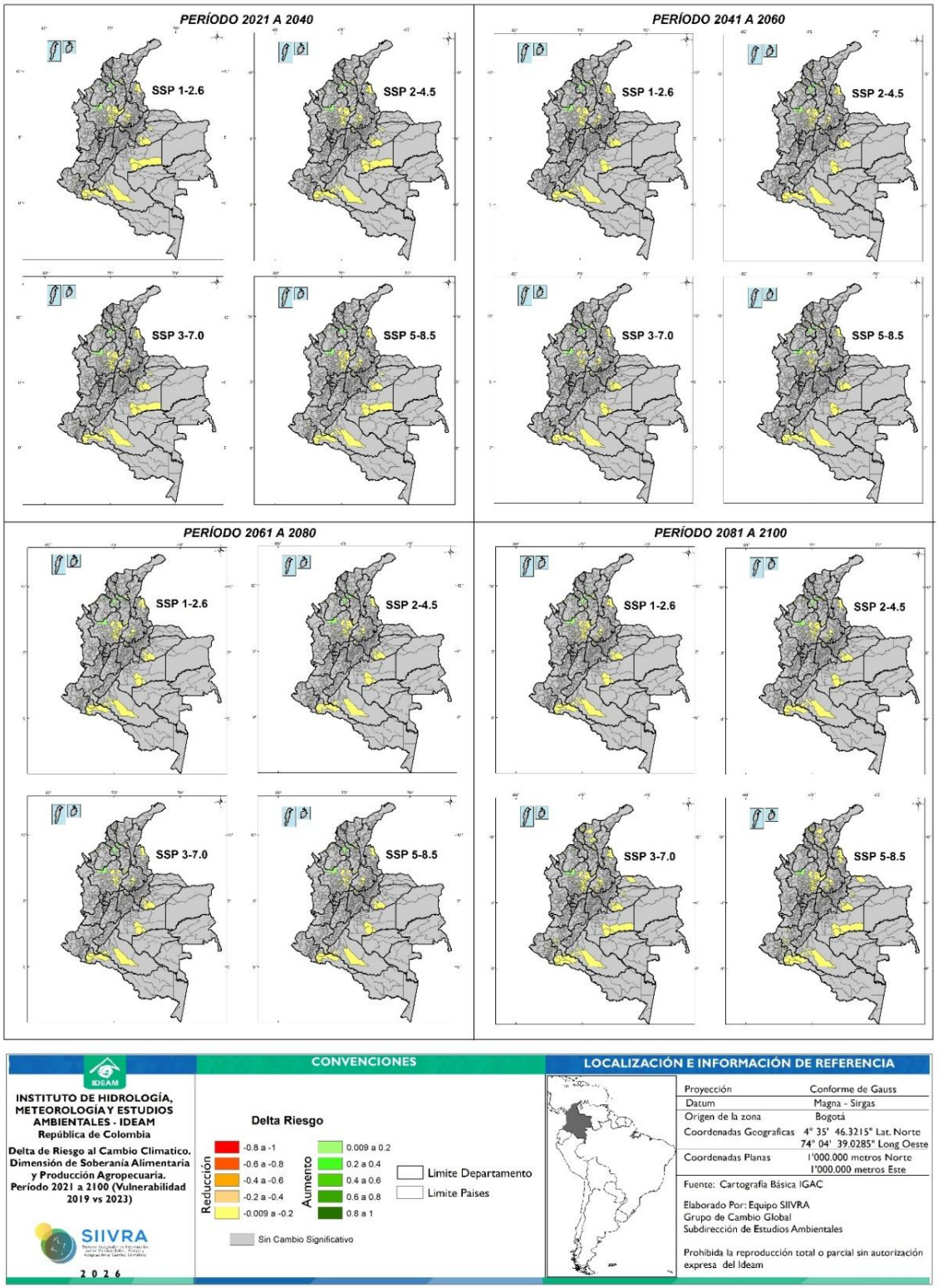


Figura 4-65. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria, periodo 2021–2100 (comparación 2019 vs. 2023), según escenario SSP

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-56. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2021-2040 (dimensión SAPA)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	561	25	560	24	556	25	554	24
	%	50,0	2,2	50,0	2,1	49,6	2,2	49,4	2,1
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	351	1020	352	1023	358	1022	360	1024
	%	31,3	91,0	31,4	91,3	31,9	91,2	32,1	91,3
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	207	74	207	72	205	72	205	71
	%	18,5	6,6	18,5	6,4	18,3	6,4	18,3	6,3
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-57. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2041-2060 (dimensión SAPA)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	546	21	538	21	528	21	521	20
	%	48,7	1,9	48,0	1,9	47,1	1,9	46,5	1,8
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	373	1036	380	1039	393	1041	401	1043
	%	33,3	92,4	33,9	92,7	35,1	92,9	35,8	93,0
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	200	62	201	59	198	57	197	56
	%	17,8	5,5	17,9	5,3	17,7	5,1	17,6	5,0
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-58. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2061-2080 (dimensión SAPA)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	561	23	533	21	218	20	530	21
	%	50,0	2,1	47,5	1,9	19,4	1,8	47,3	1,9
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	350	1028	385	1039	355	1041	389	1038
	%	31,2	91,7	34,3	92,7	31,7	92,9	34,7	92,6
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	208	68	201	59	546	58	200	60
	%	18,6	6,1	17,9	5,3	48,7	5,2	17,8	5,4
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-59. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2081-2100 (dimensión SAPA)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	545	21	537	21	432	13	263	13
	%	48,6	1,9	47,9	1,9	38,5	1,2	23,5	1,2
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	374	1037	380	1038	420	1001	401	1000
	%	33,4	92,5	33,9	92,6	37,5	89,3	35,8	89,2
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	200	61	202	60	267	105	455	106
	%	17,8	5,4	18,0	5,4	23,8	9,4	40,6	9,5
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

La vulnerabilidad muestra en el periodo 2015-2019; 751 municipios (67,0%) en la categoría de Reducción Baja, frente a solo 162 (14,5%) con Aumento Bajo y 1 (0,1%) con Aumento Medio; 207 municipios (18,5%) permanecieron Sin Cambio. Las mayores reducciones se registraron en Génova y Buenavista (Quindío), Santa Lucía (Atlántico) y San Pelayo y San Carlos (Córdoba), y los mayores aumentos en Norosí (Bolívar), Tuchín y San José de Uré (Córdoba), Espinal (Tolima) y Villavieja (Huila). Entre 2019 y 2023 el componente se estabilizó, con 951 municipios (84,8%) Sin Cambio, 112 (10,0%) en Reducción Baja y 58 (5,2%) en Aumento Bajo. Las reducciones se concentraron en Cicuco y Hatillo de Loba (Bolívar), Guaranda (Sucre), Chimá (Córdoba) y Nariño (Cundinamarca); los aumentos, en Cisneros (Antioquia), Tibú (Norte de Santander), Florencia (Cauca), Puerto Caicedo (Putumayo) y Maní (Casanare).

La Sensibilidad, entre 2015 y 2019 registró una mejora sustancial: 622 municipios (55,5%) se ubicaron en la categoría de Reducción Baja, frente a 224 (20,0%) con Aumento Bajo y 273 (24,4%) Sin Cambio. Solo 2 municipios (0,2%) alcanzaron la categoría de Aumento Medio. Las mayores reducciones correspondieron a Génova y Buenavista (Quindío), San Pelayo y San Carlos (Córdoba) y Caldas (Boyacá), mientras que los mayores incrementos se presentaron en Norosí (Bolívar), Tuchín (Córdoba), Espinal y Flandes (Tolima) y Villavieja (Huila). Entre 2019 y 2023 el componente se estabilizó, 1.005 municipios (89,7%) quedaron Sin Cambio, con apenas 47 (4,2%) en Reducción Baja y 69 (6,2%) en Aumento Bajo. Los deltas se comprimieron a un rango muy estrecho (−0,055 a +0,031), y los pocos aumentos relevantes se concentraron en Tibú (Norte de Santander), Cisneros (Antioquia), Florencia (Cauca) y Puerto Caicedo y San Miguel (Putumayo).

Por otra parte, la capacidad de adaptación presenta el comportamiento más dinámico y explica en buena medida la trayectoria del riesgo. Entre 2015 y 2019 predominaron los aumentos: 529 municipios (47,2%) en la categoría de Aumento Bajo y 2 (0,2%) en Aumento Medio, frente a 434 (38,7%) en Reducción Baja y 1 municipio (0,1%) en Reducción Media (el único caso de esta categoría en toda la matriz). Los mayores incrementos correspondieron a Recetor (Casanare), Puerto Rico (Meta), Útica (Cundinamarca), Cértegui (Chocó) y La Jagua del Pilar (La Guajira); las mayores reducciones, a Panqueba (Boyacá), Chivolo (Magdalena), California (Santander), Cabuyaro (Meta) y Coyaima (Tolima).

Entre 2019 y 2023 la tendencia se revirtió; los municipios en Reducción Baja ascendieron a 583 (52,0%), superando a los 303 (27,0%) con Aumento Bajo, mientras 235 (21,0%) permanecieron Sin Cambio. Este retroceso explica por qué las reducciones de riesgo del primer periodo no lograron sostenerse. Las mayores caídas se dieron en Útica (Cundinamarca), Cumaral y Puerto Rico (Meta), Titiribí (Antioquia) y Los Andes (Nariño); resulta notable que varios de los municipios con mayores aumentos entre 2015 y 2019 figuren ahora entre los de mayor retroceso, lo que sugiere fluctuaciones en la inversión sectorial más que trayectorias sostenidas.

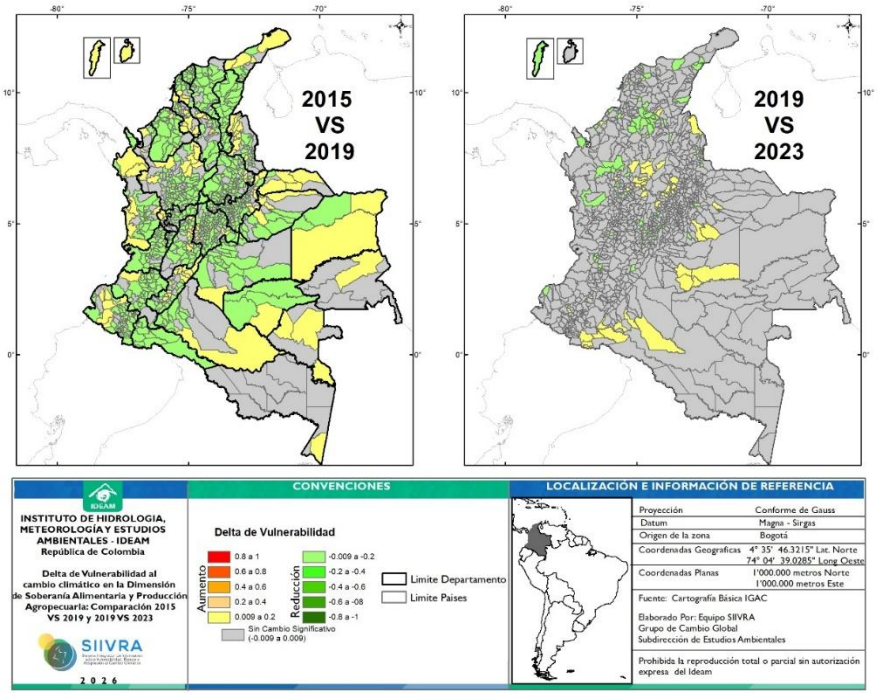


Figura 4-66. Delta de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente. Elaboración propia.

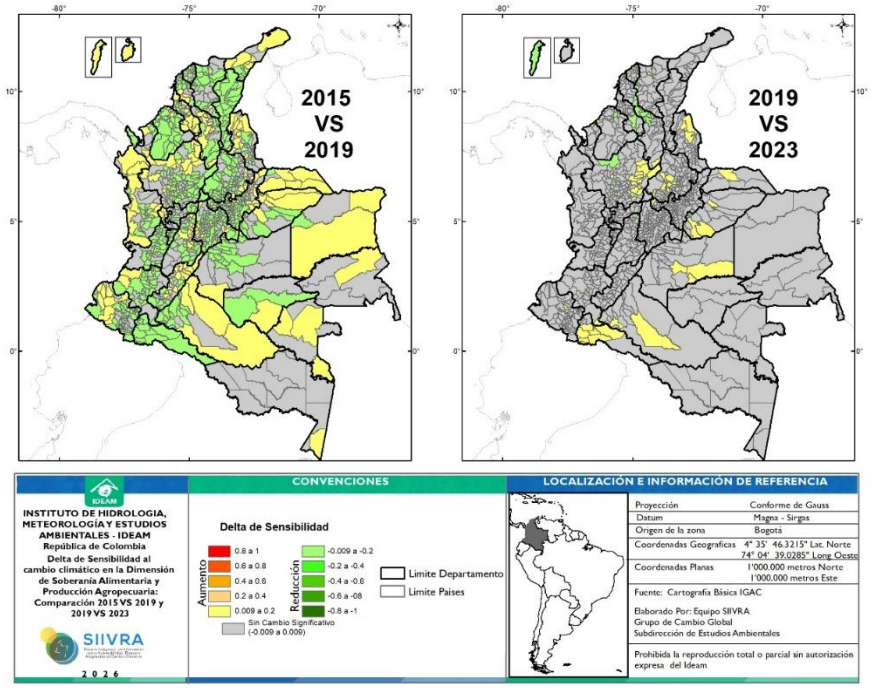


Figura 4-67. Delta de sensibilidad al cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente. Elaboración propia.

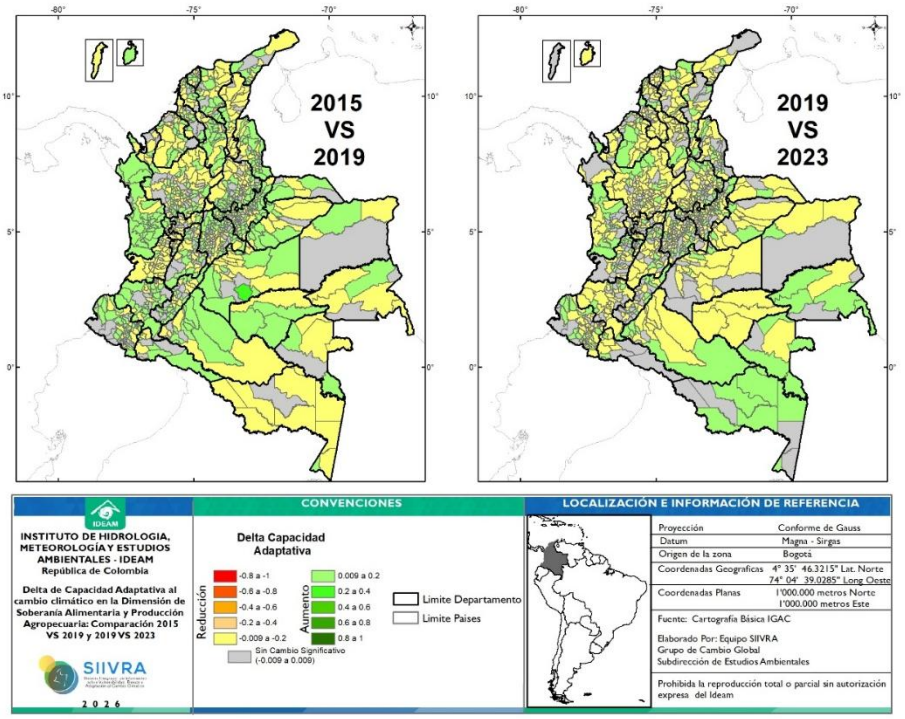


Figura 4-68. Delta de capacidad adaptativa al cambio climático en la dimensión de Soberanía Alimentaria y Producción Agropecuaria (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-60. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad, por comparación entre años de corte (dimensión SAPA)

Categoría de Variación	Métrica	Sensibilidad		Capacidad de Adaptación		Vulnerabilidad	
		2015-2019	2019-2023	2015-2019	2019-2023	2015-2019	2019-2023
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	0	0	1	0	0	0
	%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	622	47	434	583	751	112
	%	55,5%	4,2%	38,7%	52,0%	67,0%	10,0%
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	273	1005	155	235	207	951
	%	24,4%	89,7%	13,8%	21,0%	18,5%	84,8%
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	224	69	529	303	162	58
	%	20,0%	6,2%	47,2%	27,0%	14,5%	5,2%
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	2	0	2	0	1	0
	%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente. Elaboración propia.

4.6.3.1.2.3. Resultados de la evaluación de la adaptación en la dimensión de Salud Humana

En esta dimensión, a partir de la comparación entre los años 2015 y2019, se observa que en el periodo 2021-2040, la categoría de Reducción Baja agrupa al 80,8% de los municipios en el escenario SSP 2-4.5 (906 municipios), al 77,3% en SSP 5-8.5 (866), al 73,3% en SSP 3-7.0 (822) y al 62,8% en SSP 1-2.6 (704). A ello se suman los municipios en Reducción Media (hasta 34 (3,0%) en SSP 2-4.5) y en Reducción Alta (3 municipios (0,3%) en tres de los cuatro escenarios). Los aumentos se limitan entre el 10,6% y el 25,2% de los municipios, concentrados en la categoría de Aumento Bajo, con un pequeño grupo en Aumento Medio (10 a 16 municipios) y Aumento Alto (hasta 4 municipios).

Este patrón se sostiene en los demás periodos, con la Reducción Baja oscilando entre el 52,1% (SSP 1-2.6, 2061-2080) y el 80,4% (SSP 2-4.5, 2081-2100). Los municipios con mayores reducciones de riesgo son Útica y Nilo (Cundinamarca), Córdoba (Quindío), Marmato (Caldas) y Enciso (Santander), todos con deltas superiores a −0,39. En contraste, los mayores incrementos se registran en Tuchín y San José de Uré (Córdoba), Norosí (Bolívar), Puerto Rondón (Arauca) y Capitanejo (Santander).

Territorialmente, las reducciones de riesgo son prácticamente universales en Atlántico, Caquetá, Quindío y Putumayo (100% de sus municipios), seguidos por Valle del Cauca (98%), Magdalena (97%), Caldas y Cesar (96%). Los aumentos, en cambio, se concentran en la Amazonía y la Orinoquía: Vaupés (100% de sus municipios), Guainía (88%), Amazonas (64%), Vichada y Guaviare (50%) y Arauca (43%).

Al comparar los años de corte 2019 y 2023, el comportamiento se vuelve heterogéneo entre escenarios. En el periodo 2021-2040, los escenarios SSP 3-7.0 y SSP 5-8.5 mantienen una fuerte reducción (87,3% y 83,7% de los municipios en Reducción Baja, con 979 y 938 municipios respectivamente), mientras que en SSP 1-2.6 y SSP 2-4.5 la distribución se reparte casi por tercios entre reducciones (32,2% y 37,1%), estabilidad (31,8% y 29,4%) y aumentos (34,5% y 31,8%). En los periodos posteriores predomina este patrón. Se destaca el escenario SSP 2-4.5 en 2061-2080, donde los municipios en Aumento Bajo (431; 38,4%) superan a los de Reducción Baja (295; 26,3%), y el SSP 5-8.5 en 2041-2060, con 419 municipios (37,4%) en aumento frente a 305 (27,2%) en reducción.

Las mayores reducciones corresponden a Puerto Rondón (Arauca), Capitanejo (Santander), Sabanalarga (Antioquia), Saldaña (Tolima) y La Pedrera (Amazonas); los mayores aumentos, a La Victoria y Coper (Boyacá), Miraflores (Guaviare), Agua de Dios (Cundinamarca) y Nátaga (Huila). Territorialmente, las reducciones

predominan en Bogotá D.C. (100%), Casanare (84%), Vichada (75%), Arauca (71%) y Huila (65%), mientras que los aumentos se concentran en Caquetá (88%), Bolívar (85%), Vaupés (83%), La Guajira (80%), Guaviare (75%), Córdoba y Chocó (73%) y Magdalena (70%).

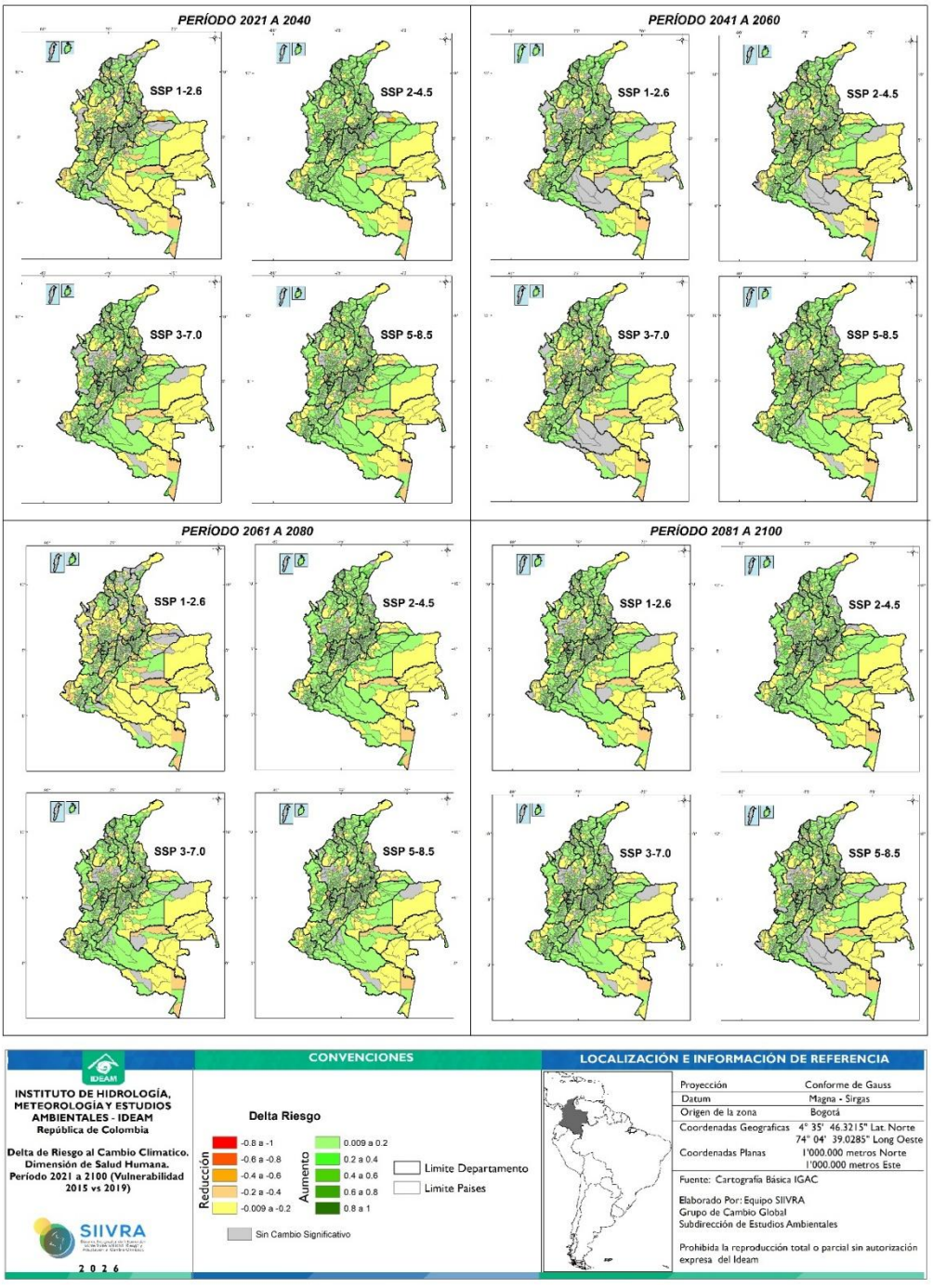


Figura 4-69. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de salud humana, periodo 2021–2100 (comparación 2015 vs. 2019), según escenario SSP

Fuente. Elaboración propia.

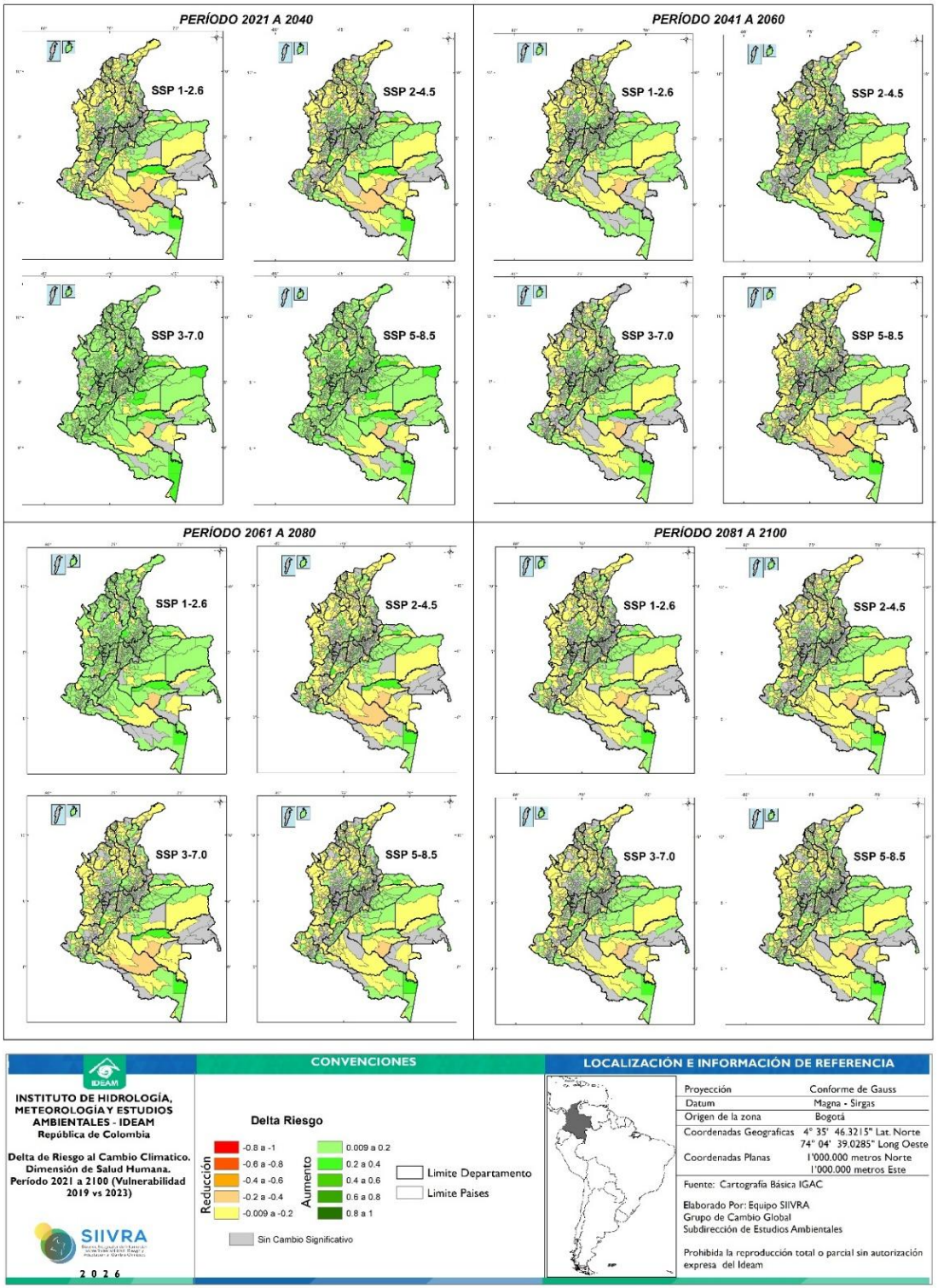


Figura 4-70. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de salud humana, periodo 2021–2100 (comparación 2019 vs. 2023), según escenario SSP

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-61. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2021-2040 (dimensión Salud Humana)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	3	1	3	2	3	2
	%	0,0	0,0	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	9	8	34	7	26	31	26	21
	%	0,8	0,7	3,0	0,6	2,3	2,8	2,3	1,9
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	704	361	906	416	822	979	866	938
	%	62,8	32,2	80,8	37,1	73,3	87,3	77,3	83,7
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	126	356	46	330	78	37	58	51
	%	11,2	31,8	4,1	29,4	7,0	3,3	5,2	4,5
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	264	387	119	357	174	69	152	104
	%	23,6	34,5	10,6	31,8	15,5	6,2	13,6	9,3
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	16	8	10	9	14	2	12	4
	%	1,4	0,7	0,9	0,8	1,2	0,2	1,1	0,4
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	2	1	3	1	4	1	4	1
	%	0,2	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-62. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2041-2060 (dimensión Salud Humana)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	1	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	15	6	17	7	15	8	22	6
	%	1,3	0,5	1,5	0,6	1,3	0,7	2,0	0,5
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	822	372	785	474	774	522	861	305
	%	73,3	33,2	70,0	42,3	69,0	46,6	76,8	27,2
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	102	374	108	376	102	345	70	383
	%	9,1	33,4	9,6	33,5	9,1	30,8	6,2	34,2
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	169	362	196	258	215	240	155	419
	%	15,1	32,3	17,5	23,0	19,2	21,4	13,8	37,4
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	12	7	14	4	14	6	13	7
	%	1,1	0,6	1,2	0,4	1,2	0,5	1,2	0,6
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	1	0	1	1	1	0	0	1
	%	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-63. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2061-2080 (dimensión Salud Humana)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	1	0	1	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	10	13	25	8	24	7	17	6
	%	0,9	1,2	2,2	0,7	2,1	0,6	1,5	0,5
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	584	943	895	295	824	308	855	335
	%	52,1	84,1	79,8	26,3	73,5	27,5	76,3	29,9
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	179	57	56	379	89	378	78	433
	%	16,0	5,1	5,0	33,8	7,9	33,7	7,0	38,6
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	326	105	132	431	170	417	160	342
	%	29,1	9,4	11,8	38,4	15,2	37,2	14,3	30,5
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	20	2	11	8	13	10	11	5
	%	1,8	0,2	1,0	0,7	1,2	0,9	1,0	0,4
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	2	1	1	0	0	1	0	0
	%	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-64. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2081-2100 (dimensión Salud Humana)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	16	7	22	6	16	6	13	6
	%	1,4	0,6	2,0	0,5	1,4	0,5	1,2	0,5
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	845	367	901	350	865	334	790	375
	%	75,4	32,7	80,4	31,2	77,2	29,8	70,5	33,5
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	85	388	57	410	73	437	116	425
	%	7,6	34,6	5,1	36,6	6,5	39,0	10,3	37,9
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	164	354	130	347	157	339	190	311
	%	14,6	31,6	11,6	31,0	14,0	30,2	16,9	27,7
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	11	4	11	8	10	5	12	4
	%	1,0	0,4	1,0	0,7	0,9	0,4	1,1	0,4
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	1	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

En términos del delta de vulnerabilidad, se identificó que este componente se redujo en 1.002 municipios (89,4%) entre 2015 y 2019 (938 en Reducción Baja, 58 en Reducción Media y 6 en Reducción Alta), con solo 80 municipios (7,1%) en aumento. Entre 2019 y 2023 la reducción se mantuvo elevada, alcanzando 936 municipios (83,5%), aunque con magnitudes menores: la variación media pasó de −0,093 a −0,031 puntos.

Un hallazgo relevante para la evaluación de la adaptación es que 849 municipios (75,7%) redujeron su vulnerabilidad de manera sostenida en ambos periodos, concentrados en Boyacá (109), Antioquia (98), Cundinamarca (96), Santander (65) y Nariño (57). Los mayores descensos del primer periodo se dieron en Córdoba (Quindío), Marmato (Caldas), Útica y Nilo (Cundinamarca) y Enciso (Santander); los del segundo, en Capitanejo (Santander), Puerto Rondón (Arauca), Saldaña y Rioblanco (Tolima) y Sabanalarga (Antioquia). En contraste, los mayores aumentos de vulnerabilidad en 2019-2023 correspondieron a La Victoria (Boyacá), Agua de Dios (Cundinamarca), Miraflores (Guaviare), Coper y Muzo (Boyacá).

En cuanto a la sensibilidad, este componente mostró que 1.011 municipios (90,2%) redujeron su sensibilidad, distribuidos en Reducción Baja (941; 83,9%), Reducción Media (64; 5,7%) y Reducción Alta (6; 0,5%). Solo 76 municipios (6,8%) registraron aumentos (65 en Aumento Bajo y 11 en Aumento Medio) y 34 (3,0%) permanecieron Sin Cambio.

Este descenso refleja la caída simultánea en las incidencias de malaria, dengue, leishmaniasis y Chagas, junto con la mejora del índice de pobreza multidimensional. Algunos departamentos alcanzaron el 100% de sus municipios con reducción; Atlántico, Caquetá, Cesar, La Guajira, Putumayo, Quindío, Sucre, Valle del Cauca y el Archipiélago de San Andrés. Los municipios con mayores descensos fueron Córdoba (Quindío), Útica (Cundinamarca), Marmato (Caldas), Nilo (Cundinamarca) y Enciso (Santander).

Por otro lado, la mejora fue mucho más limitada en los departamentos amazónicos y de la Orinoquia; Guainía (solo el 12% de sus municipios con reducción), Amazonas (36%), Guaviare y Vichada (50%) y Arauca (57%). Los mayores incrementos de sensibilidad se registraron en Tuchín (Córdoba, Capitanejo (Santander), Puerto Rondón (Arauca), Mistrató y Pueblo Rico (Risaralda).

En relación con el delta 2019-2023, la mejora continuó, aunque con menor intensidad y mayor dispersión; 755 municipios (67,3%) redujeron su sensibilidad (737 en Reducción Baja, 16 en Reducción Media y 2 en Reducción Alta), mientras 232 (20,7%) quedaron Sin Cambio y 134 (12,0%) registraron aumentos. Solamente Vichada mantuvo el 100% de sus municipios con reducción, en tanto que Guainía (25%), Vaupés (33%), Valle del Cauca (38%) y Amazonas (45%) presentaron los porcentajes más bajos. Es notable que varios municipios que habían aumentado

su sensibilidad en el primer periodo la redujeran fuertemente en el segundo Puerto Rondón (Arauca) y Capitanejo (Santander).

Finalmente, el componente de capacidad de adaptación presentó que en la comparación entre 2015 y 2019, predominaron los aumentos, que alcanzaron a 1.007 municipios (91,4%): 917 en Aumento Bajo (81,8%), 82 en Aumento Medio (7,3%), 7 en Aumento Alto (0,6%) y 1 en Aumento Muy Alto (0,1%). Solo 68 municipios registraron reducciones y 27 permanecieron Sin Cambio.

Ocho departamentos alcanzaron el 100% de sus municipios con aumento de capacidad; Arauca, Atlántico, Guaviare, Norte de Santander, Risaralda, Vaupés, Vichada y el Archipiélago de San Andrés. Los mayores incrementos correspondieron con Carmen del Darién (Chocó), Caldono (Cauca), Candelaria (Valle del Cauca), Miraflores (Guaviare) y Puerto Nare (Antioquia). Este avance generalizado responde al fortalecimiento de la inversión municipal en enfermedades transmitidas por vectores (ETV) y en salud pública, así como a la mejora del índice de desempeño integral municipal.

El delta 2019-2023, mostró que la tendencia se invirtió, dado que los municipios con reducción de capacidad ascendieron a 784 (71,1%) (755 en Reducción Baja, 24 en Reducción Media y 5 en Reducción Alta), mientras los aumentos se redujeron a 192 (17,4%) y 126 (11,4%) quedaron Sin Cambio.

Es importante resaltar que 729 municipios (66,2% del total) revirtieron su trayectoria, es decir; aumentaron su capacidad entre 2015 y 2019 y la redujeron entre 2019 y 2023. Solo 163 municipios (14,8%) sostuvieron el aumento en ambos periodos, concentrados en Cundinamarca (27), Antioquia (22), Boyacá (17) y Nariño (16). Casos emblemáticos de esta reversión son Caldono (Cauca), y Carmen del Darién (Chocó). Las mayores reducciones del segundo periodo se registraron además en Coveñas (Sucre), Natagaima (Tolima) y Quetame (Cundinamarca). Los porcentajes más bajos de municipios con aumento se observaron en Atlántico (4%), Huila (5%), Risaralda (7%), Santander (8%) y Magdalena (10%).

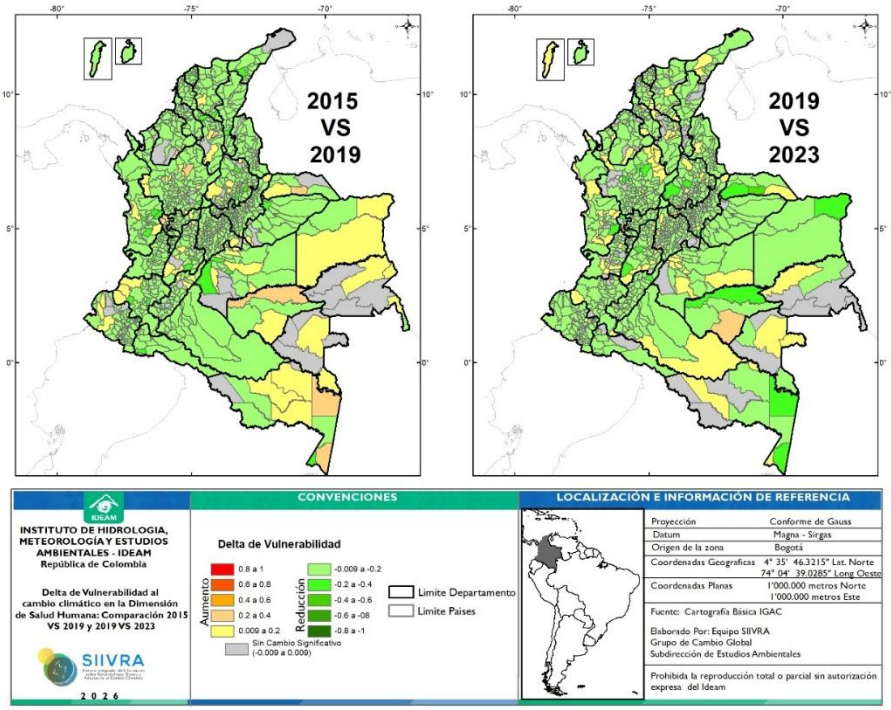


Figura 4-71. Delta de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de salud humana (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente. Elaboración propia.

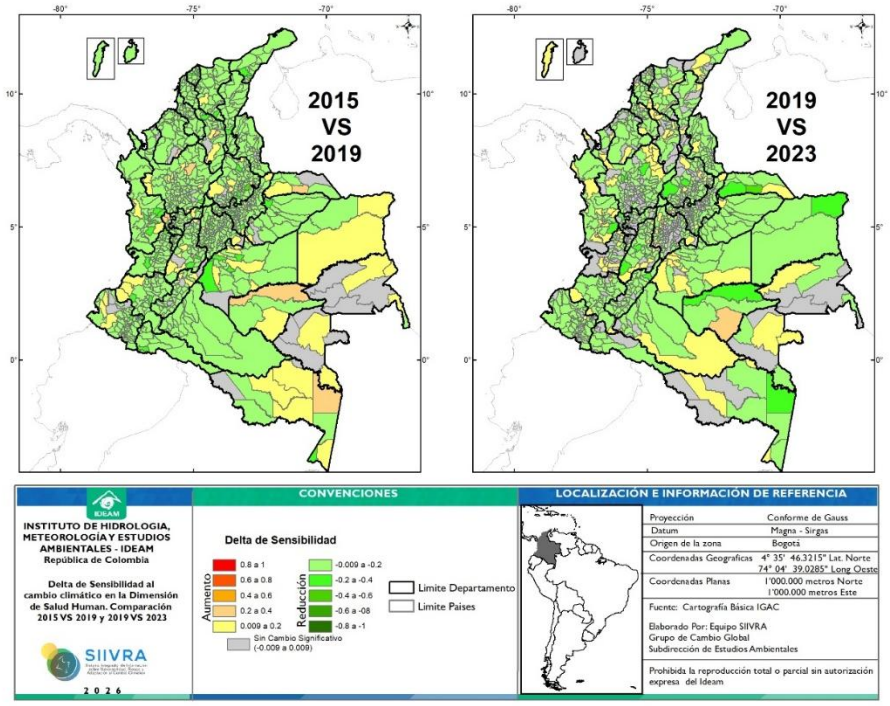


Figura 4-72. Delta de sensibilidad al cambio climático en la dimensión de salud humana (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente. Elaboración propia.

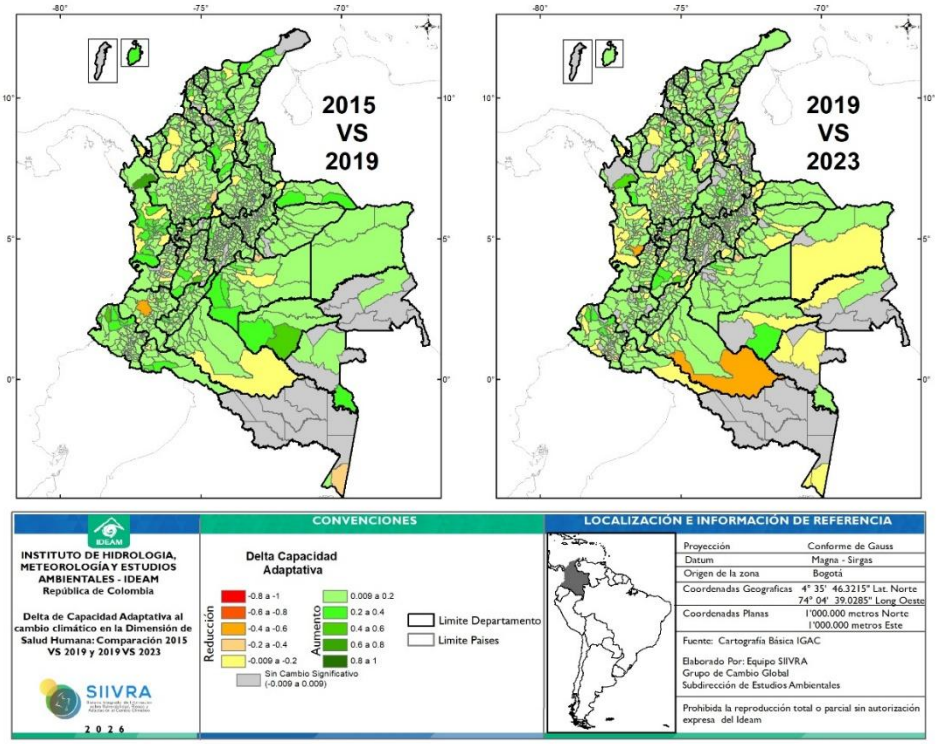


Figura 4-73. Delta de capacidad adaptativa al cambio climático en la dimensión de salud humana (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-65. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad, por comparación entre años de corte (dimensión Salud Humana)

Categoría de Variación	Métr.	Sensibilidad		Capacidad de Adaptación		Vulnerabilidad	
		2015-2019	2019-2023	2015-2019	2019-2023	2015-2019	2019-2023
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	6	2	2	5	6	2
	%	0,5	0,2	0,2	0,4	0,5	0,2
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	64	16	3	24	58	19
	%	5,7	1,4	0,3	2,1	5,2	1,7
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	941	737	63	755	938	915
	%	83,9	65,7	5,6	67,4	83,7	81,6
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	34	232	27	126	39	70
	%	3,0	20,7	2,4	11,2	3,5	6,2
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	65	129	917	187	68	111
	%	5,8	11,5	81,8	16,7	6,1	9,9
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	11	5	82	3	12	4
	%	1,0	0,4	7,3	0,3	1,1	0,4
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	0	7	2	0	0
	%	0,0	0,0	0,6	0,2	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	1	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

4.6.3.1.2.4. Resultados de la evaluación de la adaptación en la dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Los deltas de riesgo en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos Comparación 2015-2019. Predominan los aumentos de riesgo. En el periodo 2021-2040, la categoría de Aumento Bajo agrupa al 69,8% de los municipios en el escenario SSP 2-4.5 (782 municipios), al 68,7% en SSP 5-8.5 (770), al 64,9% en SSP 3-7.0 (728) y al 53,6% en SSP 1-2.6 (601), a los que se suman entre 4 y 6 municipios en Aumento Medio. Las reducciones se limitan a entre el 12,8% y el 21,7% de los municipios. Este comportamiento se mantiene en los demás periodos, con los aumentos oscilando entre el 46,2% (SSP 3-7.0, 2061-2080) y el 70,4% (SSP 1-2.6, 2081-2100).

Entre 2019 y 2023, predominaron las reducciones de riesgo. En el periodo 2021-2040, la Reducción Baja alcanzó el 55,5% de los municipios en SSP 2-4.5 (622), el 54,9% en SSP 5-8.5 (615), el 49,4% en SSP 3-7.0 (554) y el 36,0% en SSP 1-2.6 (404), mientras los aumentos descendieron entre el 17,9% y el 28,6%. La categoría Sin Cambio agrupó entre el 24,8% y el 35,4% de los municipios.

En cuanto al delta de vulnerabilidad, entre 2015 y 2019 este componente se redujo en 911 municipios (81,2%) (906 en Reducción Baja y 5 en Reducción Media), con solo 138 (12,3%) en aumento. Entre 2019 y 2023 el balance se invierte, mostrando que 1.043 municipios (93,1%) aumentaron su vulnerabilidad (1.005 en Aumento Bajo y 38 en Aumento Medio) y apenas 43 (3,9%) la redujeron. Los mayores incrementos se registraron en Nóvita, Carmen del Darién, El Carmen de Atrato y Sipí (Chocó), Murindó (Antioquia), Dagua (Valle del Cauca) y Guadalupe (Huila).

En el componente de sensibilidad, entre 2015 y 2019 predominó la mejora; 765 municipios (68,3%) redujeron su sensibilidad (761 en Reducción Baja y 4 en Reducción Media), frente a 193 (17,2%) con aumentos y 163 (14,5%) Sin Cambio. Las mayores reducciones correspondieron a Pandi (Cundinamarca), Sabaneta (Antioquia), Cuaspud Carlosama (Nariño) y Pasca (Cundinamarca); los mayores aumentos, a San Andrés y Providencia Aldana (Nariño), Guavatá (Santander) y Flandes (Tolima).

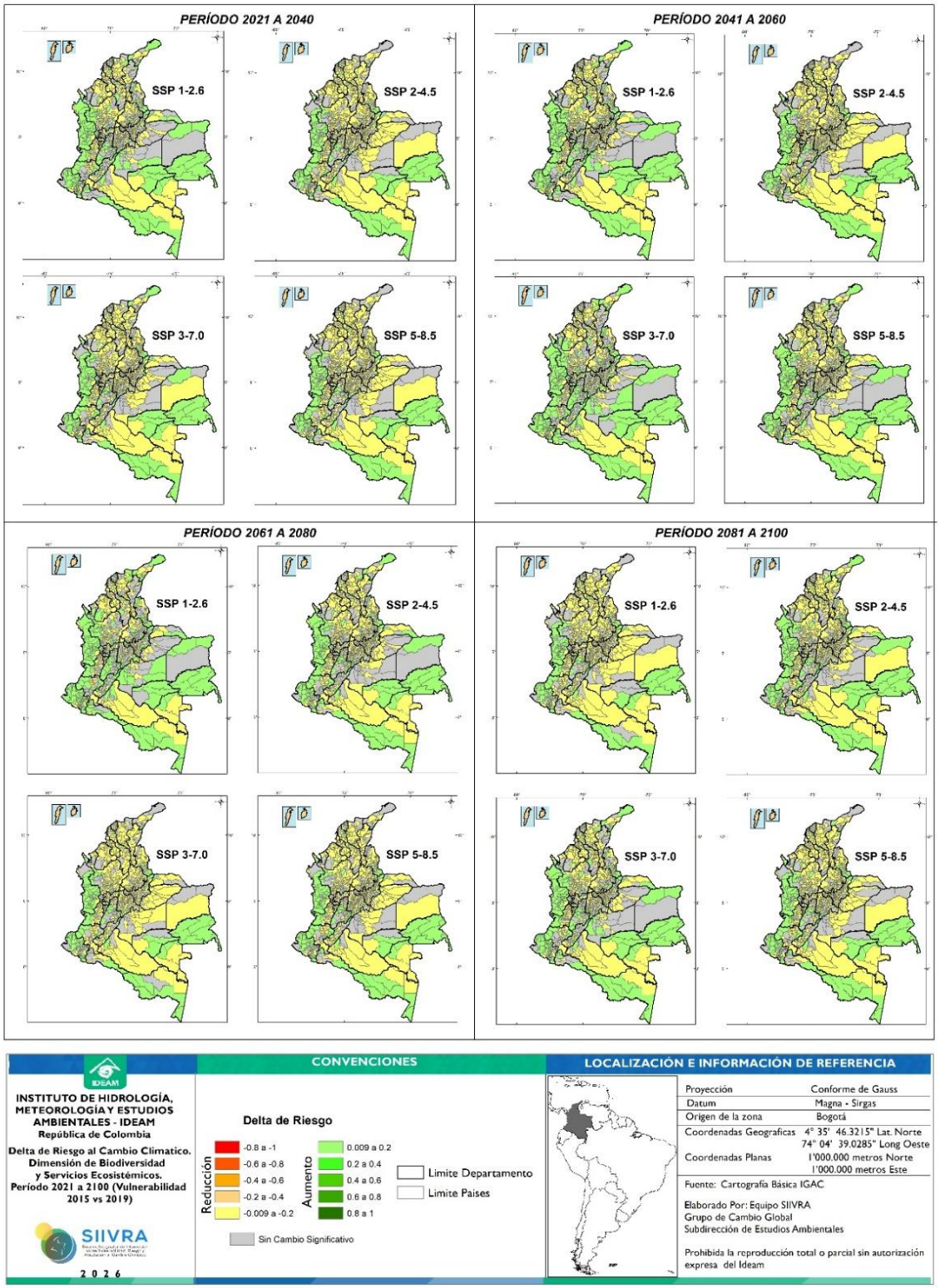


Figura 4-74. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, periodo 2021–2100 (comparación 2015 vs. 2019), según escenario SSP

Fuente. Elaboración propia.

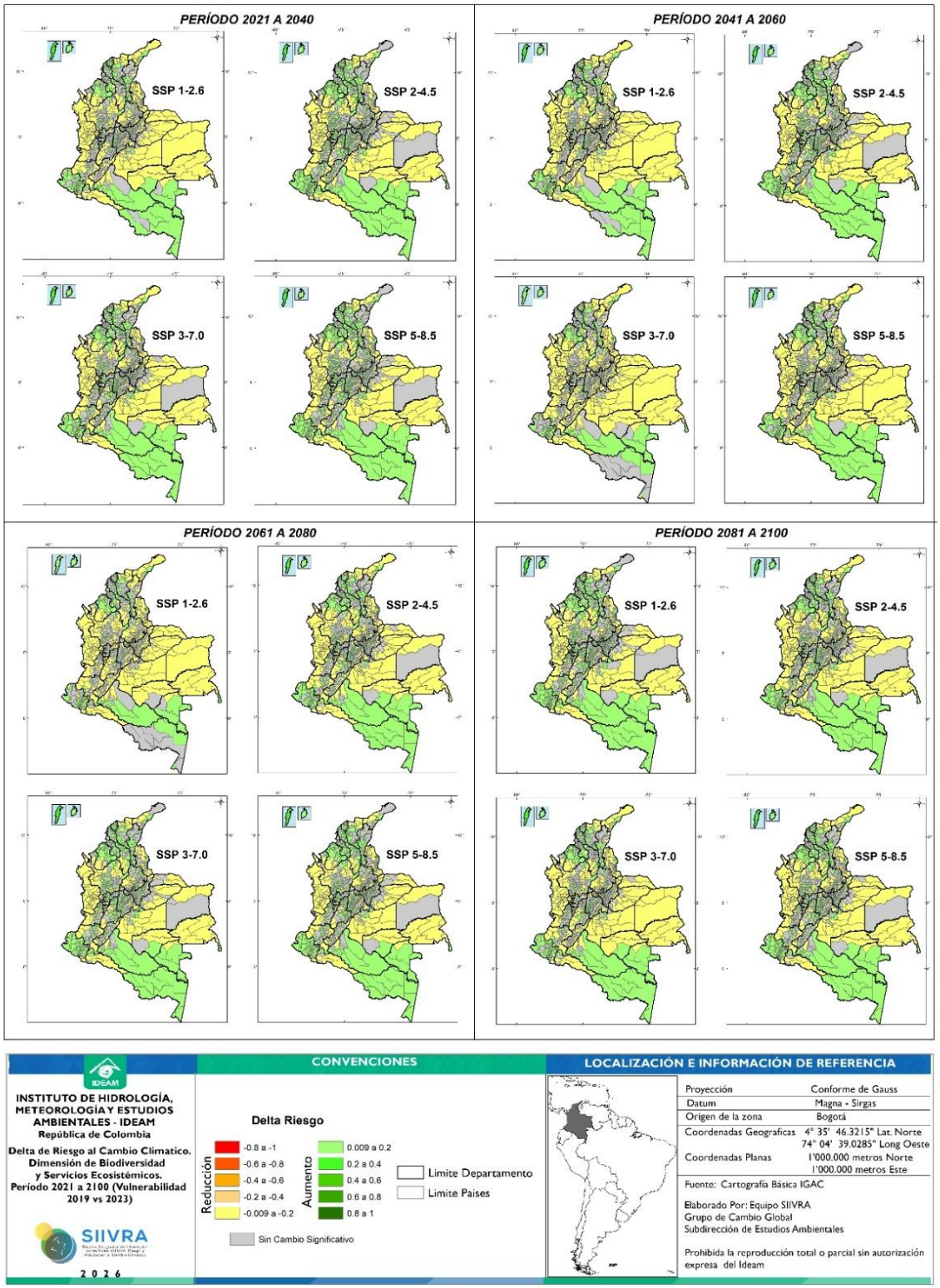


Figura 4-75. Delta de riesgo por cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, periodo 2021–2100 (comparación 2019 vs. 2023), según escenario SSP

Fuente. Elaboración propia.

Entre 2019 y 2023 el comportamiento se invierte de manera drástica; 1.044 municipios (93,1%) aumentaron su sensibilidad (1.007 en Aumento Bajo y 37 en Aumento Medio), mientras solo 45 (4,0%) la redujeron. Este aumento refleja el avance de la huella espacial humana, la deforestación y la pérdida de integridad ecológica y de remanencia de coberturas naturales. Los mayores incrementos se concentran en el Chocó biogeográfico; Nóvita, Sipí, El Litoral del San Juan y Carmen del Darién, junto con Murindó (Antioquia). Las únicas reducciones apreciables corresponden a San Andrés y Providencia y a municipios amazónicos como Mirití-Paraná y La Victoria (Amazonas) y Taraira (Vaupés).

El componente de capacidad de adaptación presentó mayor estabilidad. Entre 2015 y 2019, 563 municipios (50,2%) redujeron su capacidad (524 en Reducción Baja, 37 en Reducción Media y 2 en Reducción Alta) frente a 420 (37,5%) que la aumentaron. Entre 2019 y 2023 la distribución fue muy similar; 559 municipios (49,9%) con reducción y 412 (36,8%) con aumento.

Tabla 4-66. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2021-2040 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	1	1	0	1	0	1	0	1
	%	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	243	404	143	622	166	554	144	615
	%	21,7	36,0	12,8	55,5	14,8	49,4	12,8	54,9
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	272	395	191	297	221	328	201	298
	%	24,3	35,2	17,0	26,5	19,7	29,3	17,9	26,6
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	601	321	782	201	728	238	770	207
	%	53,6	28,6	69,8	17,9	64,9	21,2	68,7	18,5
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	4	0	5	0	6	0	6	0
	%	0,4	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-67. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2041-2060 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	0	1	0	1	1	0	0	1
	%	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	244	402	152	613	295	319	207	484
	%	21,8	35,9	13,6	54,7	26,3	28,5	18,5	43,2
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	275	396	197	287	288	389	229	357
	%	24,5	35,3	17,6	25,6	25,7	34,7	20,4	31,8
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	595	322	765	220	530	413	678	279
	%	53,1	28,7	68,2	19,6	47,3	36,8	60,5	24,9
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	7	0	7	0	7	0	7	0
	%	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-68. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2061-2080 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	1	0	0	1	1	1	0	1
	%	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	300	304	197	496	149	623	163	588
	%	26,8	27,1	17,6	44,2	13,3	55,6	14,5	52,5
Sin Cambio (-0,009; 0,009)	N	296	397	226	352	190	282	197	299
	%	26,4	35,4	20,2	31,4	16,9	25,2	17,6	26,7
Aumento Bajo	N	518	420	691	272	774	215	754	233

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
(0,009; 0,2)	%	46,2	37,5	61,6	24,3	69,0	19,2	67,3	20,8
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	6	0	7	0	7	0	7	0
	%	0,5	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-69. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) del riesgo por cambio climático, por escenario SSP y comparación entre años de corte. Periodo 2081-2100 (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Categoría de Variación	Métr.	SSP 1-2.6		SSP 2-4.5		SSP 3-7.0		SSP 5-8.5	
		15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23	15-19	19-23
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta [-0,6; -0,4)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Media [-0,4; -0,2)	N	0	1	0	1	1	1	1	1
	%	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Reducción Baja [-0,2; -0,009)	N	138	637	190	513	231	451	176	572
	%	12,3	56,8	16,9	45,8	20,6	40,2	15,7	51,0
Sin Cambio [-0,009; 0,009]	N	187	278	223	341	238	375	194	299
	%	16,7	24,8	19,9	30,4	21,2	33,5	17,3	26,7
Aumento Bajo (0,009; 0,2]	N	789	205	701	266	644	294	743	249
	%	70,4	18,3	62,5	23,7	57,4	26,2	66,3	22,2
Aumento Medio (0,2; 0,4]	N	7	0	7	0	7	0	7	0
	%	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0
Aumento Alto (0,4; 0,6]	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8]	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente. Elaboración propia.

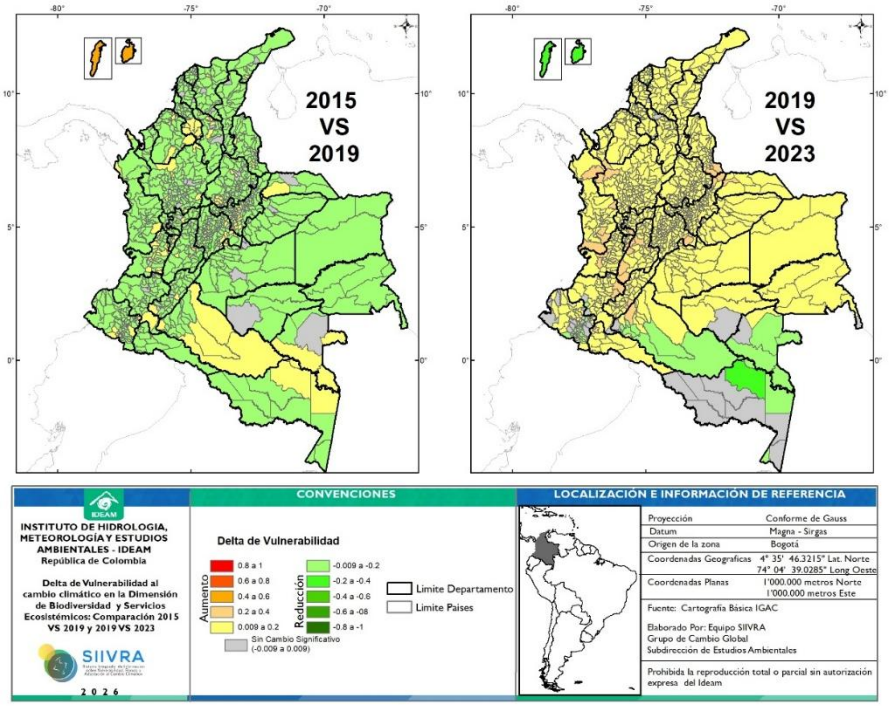


Figura 4-76. Delta de vulnerabilidad al cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente. Elaboración propia.

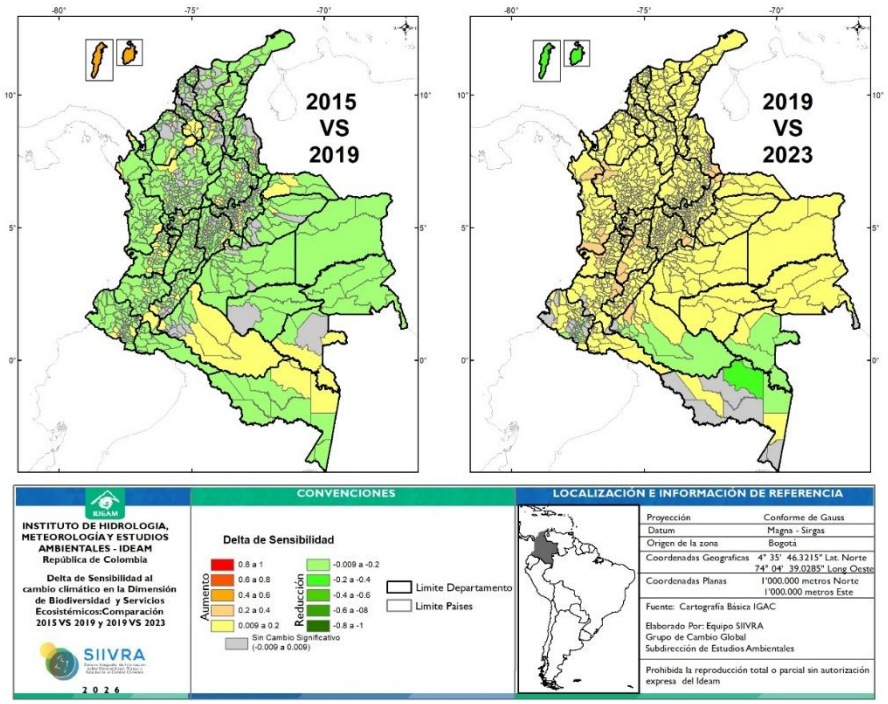


Figura 4-77. Delta de sensibilidad al cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente. Elaboración propia.

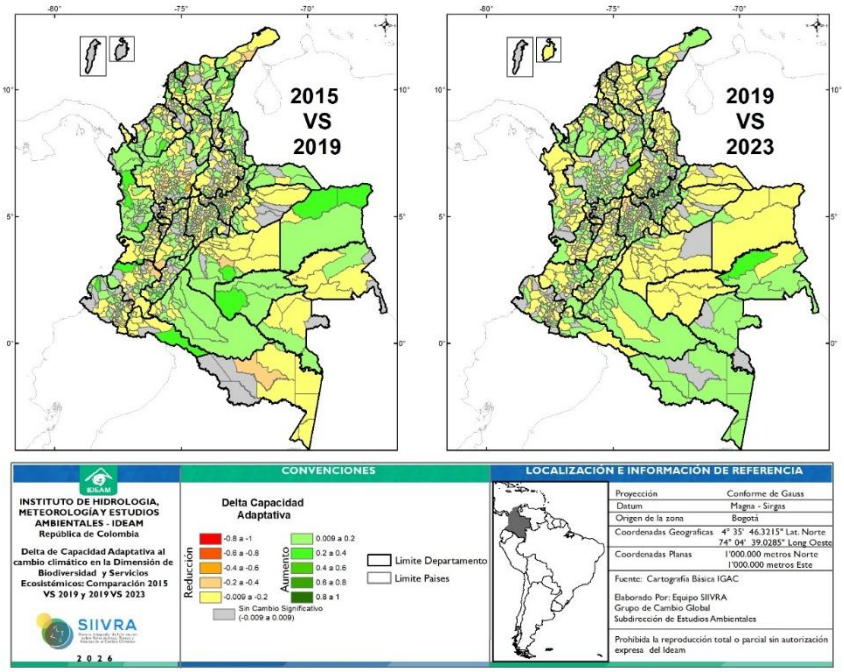


Figura 4-78. Delta de capacidad adaptativa al cambio climático en la dimensión de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (comparaciones 2015 vs. 2019 y 2019 vs. 2023)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4-70. Número y porcentaje de municipios según categoría de variación (delta) de los componentes de sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad, por comparación entre años de corte (dimensión Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos)

Categoría de Variación	Métr.	Sensibilidad		Capacidad de Adaptación		Vulnerabilidad	
		2015-2019	2019-2023	2015-2019	2019-2023	2015-2019	2019-2023
Reducción Extrema (< -0,8)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reducción Alta (-0,6; -0,4)	N	0	0	2	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Reducción Media (-0,4; -0,2)	N	4	3	37	14	5	3
	%	0,4	0,3	3,3	1,2	0,4	0,3
Reducción Baja (-0,2; -0,009)	N	761	42	524	545	906	40
	%	67,9	3,7	46,7	48,6	80,8	3,6
Sin Cambio (-0,009; 0,009]	N	163	32	138	150	72	35
	%	14,5	2,9	12,3	13,4	6,4	3,1
Aumento Bajo (0,009; 0,2)	N	184	1007	377	394	129	1005
	%	16,4	89,8	33,6	35,1	11,5	89,7
Aumento Medio (0,2; 0,4)	N	7	37	41	17	7	38
	%	0,6	3,3	3,7	1,5	0,6	3,4
Aumento Alto (0,4; 0,6)	N	2	0	2	1	2	0
	%	0,2	0,0	0,2	0,1	0,2	0,0
Aumento Muy Alto (0,6; 0,8)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aumento Extremo (> 0,8)	N	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

4.6.3.1.3. Aprendizaje: Lecciones aprendidas y buenas prácticas.

En términos de aprendizaje visto a través de lecciones aprendidas y buenas prácticas, es importante reiterar que este componente del SIIVRA, se encuentra actualmente en desarrollo y forma parte de la estrategia de mejora evolutiva del sistema.

Lo anterior obedece a que, durante su diseño inicial, el alcance del sistema estuvo orientado al monitoreo y la evaluación de la adaptación al cambio climático. Sin embargo, a partir de la experiencia acumulada en la implementación del sistema, los avances conceptuales y metodológicos que se han venido consolidando en el ámbito internacional, en materia del monitoreo y evaluación de la adaptación, así como en la participación del IDEAM, en proyectos de adaptación; se identificó la necesidad de incorporar un componente específico para el aprendizaje.

En este sentido, su inclusión se realiza de manera gradual e incremental. Se espera que para el año 2028, fecha establecida para el cumplimiento de la meta NDC 2.0, el componente se encuentre plenamente implementado y en operación, permitiendo no solo el seguimiento y la evaluación de las acciones de adaptación, sino también la generación, intercambio y aprovechamiento del conocimiento derivado de su implementación, contribuyendo así a la mejora continua de la planificación y la toma de decisiones.

Resultados preliminares de lecciones aprendidas

A pesar de la limitada disponibilidad de información cuantitativa relacionada con las lecciones aprendidas y las “buenas prácticas” debido a los pocos proyectos que sistematizan o que las documentan las lecciones aprendidas, pero en especial, la documentación prácticamente inexistente de buenas prácticas con la rigurosidad metodológica que debería caracterizarla para ser apropiada, replicada. A continuación, se presentan algunos resultados preliminares de la revisión y análisis presentados en la documentación de los proyectos.

De los 87 proyectos revisados según nivel de planificación operativo entre 2015 – 2025, en general, los puntos de encuentro comunes de las lecciones aprendidas de los proyectos de adaptación territorial, se circunscriben a aspectos relacionados con la gobernanza multinivel, la participación comunitaria activa y efectiva; el fortalecimiento de capacidades para construir resiliencia climática; los presupuestos; la importancia del reconocimiento del saber hacer y ancestral de las comunidades, así mismo la mayoría coinciden en resaltar la necesidad de incrementar los esfuerzos para el reconocimiento y fomento de la participación y liderazgo de las mujeres, teniendo en cuenta su rol en actividades relacionadas con el agua, la conservación, la chagra, la huerta, los patios, el cuidado y la organización comunitaria, principalmente.

Por otra parte, en cuanto a las lecciones aprendidas relacionadas con los análisis de amenaza, vulnerabilidad, riesgo climático o el uso de la información de los servicios climáticos para la adaptación son pocos los proyectos que documentan las lecciones aprendidas, en términos de dificultades o limitantes y menos aún acerca de los cambios o ajustes y retos que tuvieron que realizar para superar los limitantes u obstáculos y réplicas de la experiencia o impacto en otras iniciativas o procesos relacionados con adaptación al cambio climático. Entre los que reportan y documentan se destacan los aportes del proyecto TNC-IDEAM (2019) en el cual, un reto fue mostrar la señal de variabilidad en los escenarios de cambio climático desarrollados, lo que implicó dedicar bastante tiempo y esfuerzo para ensayar diferentes métodos; BCSD, kNN y finalmente con mejores resultados el Delta Q-Q, este último considerado en los escenarios para la cuarta comunicación nacional. Así mismo, el plan regional integral de cambio climático de Bogotá Cundinamarca (PRICC), liderada por el IDEAM y PNUD, en el 2011. El cual evaluó el impacto de los fenómenos de el niño y la niña sobre el abastecimiento de agua en la región capital y consolidó un portafolio de inversión conjunta (23 proyectos estratégicos de adaptación y mitigación).

En el marco del proyecto ENANDES, en la sistematización de las lecciones, se planteó realizar la sistematización de lecciones aprendidas, de tal forma, que fuera posible reconocer y comunicar aprendizajes relevantes asociados a la apuesta de los servicios climáticos, y mejora en la capacidad de adaptación a la variabilidad y cambio climático. Por tal motivo, resulta pertinente resaltar algunas lecciones aprendidas derivadas de la preparación, formulación e implementación del proyecto.

Este proyecto se desarrolló en concordancia con los principios y lineamientos del Marco Mundial para los Servicios Climáticos impulsado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), y el Acuerdo de París (2015), en especial el Artículo 7 en el que las partes reconocen que la adaptación debería llevarse a cabo bajo el control de los países, responda a las cuestiones de género, participativo y transparente, tomando en consideración a grupos, comunidades y ecosistemas vulnerables, que dicha labor debería basarse en la mejor información científica disponible y cuando corresponda, en los conocimientos tradicionales, el conocimiento de los pueblos indígenas y los sistemas de conocimiento locales, con miras a integrar la adaptación en las políticas y medidas socioeconómicas y ambientales pertinentes.

En este contexto, la experiencia del proyecto ENANDES ha permitido identificar importantes lecciones aprendidas relacionadas tanto con la consolidación de los servicios climáticos como herramienta para apoyar la toma de decisiones, como con el fortalecimiento de capacidades institucionales, técnicas y territoriales para la gestión de la adaptación al cambio climático.

De igual manera, sin estar concebido como piloto para la construcción del componente de aprendizaje, la apuesta metodología de sistematización diseñada en un proceso co-diseño colaborativo, actuó como piloto en la estructuración del componente de aprendizaje del MEL de SIIVRA, y en la propuesta de indicadores. A continuación, se presentan algunas de las principales lecciones aprendidas sobre la apuesta del nuevo marco de los servicios en función de las necesidades y requerimientos de las comunidades encaminadas al fortalecimiento de capacidades.

Tabla 4-71. Lecciones aprendidas y recomendaciones

Lección aprendida		Recomendaciones
Fase de preparación		
Los proyectos deben contar con una fase de preparación que permita retomar experiencias previas y vincular a los diferentes actores sociales, con el fin de poder realizar una sólida formulación, garantizando la ejecución y sostenibilidad del proceso.	01	La elección del lugar donde se desarrollará el proyecto se debe basar en criterios predefinidos biofísicos, socioculturales y contextuales que garanticen la adecuada formulación, su viabilidad técnica, pertinencia y sostenibilidad.
	02	Es importante “caminar el territorio”, establecer un diálogo directo con los actores sociales y atender sus necesidades. Esta interacción permite fortalecer y orientar adecuadamente la construcción de nuevas iniciativas o el mejoramiento de las existentes.
	03	La revisión y recopilación de información sobre las características del territorio, su contexto y las experiencias locales deben tener en cuenta el conocimiento y “saber hacer” de las comunidades. Lo anterior permite tener una comprensión más completa y legítima.
	04	Es necesario que la institución líder comunique de manera clara a las instituciones aliadas y a la comunidad lo que significa el nuevo marco de los servicios climáticos centrados en las necesidades de los usuarios, sus requerimientos y participación. Esta comprensión compartida permitirá identificar los problemas a resolver, definir los cambios esperados y su contribución a la adaptación a la variabilidad y cambio climático. A su vez, dimensionar los posibles ajustes necesarios que se tendrán que hacer al interior de la institución responsable de los servicios de información hidroclimática.
En la fase de preparación se debe generar acuerdos, compromisos y construir de manera concertada las estrategias, los mecanismos y herramientas que faciliten la apropiación, compromiso y sostenibilidad del proceso.	01	Desde el inicio se debe visualizar e incorporar a las instituciones y organizaciones comunitarias que juegan un rol importante y pueden darle sostenibilidad y seguimiento al proceso.
	02	Acuerdos de voluntades, compromisos y articulación institucional. Desde la fase de preparación se deberían establecer los acuerdos de manera formal entre la institución líder, las instituciones locales y las organizaciones comunitarias. El respeto y cumplimiento de los compromisos debe estar presente durante el proceso.
	03	Esquema de gobernanza: participación y toma de decisiones. Es necesario establecer las instancias, funciones y manual de funcionamiento (la forma cómo se va a participar y tomar las decisiones). En el esquema de gobernanza se debe incluir y

Lección aprendida	Recomendaciones	
		garantizar la participación de las comunidades en las distintas instancias y equipos técnicos.
	04	Estrategia de gestión de conocimiento: qué información se requiere, cómo se va a generar, adecuar, transferir y comunicar. Esta estrategia se debe diseñar de manera concertada y articulada con las comunidades y demás actores del proyecto.
Fase de formulación		
La formulación del proyecto debe contar con presupuestos, herramientas e insumos que faciliten la puesta en marcha de los servicios climáticos al servicio de los usuarios, con miras a la adaptación de los territorios a la variabilidad y cambio climático.	01	Garantizar desde la formulación/planificación los recursos necesarios, financieros, técnicos y logísticos, que faciliten el desarrollo de los productos y la participación de la comunidad.
	02	Así mismo, la institución líder debería contemplar en su planeación el mejoramiento evolutivo de los servicios climáticos centrados en las necesidades de los usuarios, con los correspondientes recursos técnicos, tecnológicos y humanos que permitan incorporar los aportes y resolver vacíos, entre otros, evidenciados en el proyecto.
	03	Los recursos financieros y técnicos destinados a las medidas de adaptación priorizadas deben ser adecuados y mantenerse de manera sostenida durante todo el proyecto. El presupuesto para las medidas de adaptación no debe concentrarse únicamente en la etapa inicial de implementación, sino garantizarse de forma continua a lo largo del desarrollo del proyecto.
	04	Conocer y documentar cómo afecta la variabilidad y cambio climático al territorio en sus distintas dimensiones y actividades (qué, quiénes, a qué y por qué son más vulnerables). Este conocimiento va a permitir identificar y priorizar las medidas de adaptación. Así mismo, documentar las medidas de adaptación con indicadores de impacto, resultado y costo/beneficio.
La formulación del proyecto debe ser una construcción participativa. Esto contribuye a asegurar que sea viable, factible, alcanzable y sostenible.	01	La matriz de roles y responsabilidades debe concebirse como una herramienta que se utiliza todo el tiempo y durante todas las fases del proyecto.
	02	Mantener los presupuestos para las medidas de adaptación en las siguientes etapas o fases del proyecto, incluyendo el acompañamiento, seguimiento y demás aspectos asociados, incluyendo la sistematización de las buenas prácticas.
	03	Las escuelas de campo y las mesas agroclimáticas como espacios que promueven no solo el intercambio de conocimientos y el aprendizaje, sino también la convivencia y el fortalecimiento de vínculos comunitarios. Es una forma y espacio para tejer la auto sostenibilidad y gestión de las medidas de adaptación.
	04	El enfoque de género; su alcance debe estar acorde con el contexto y concertado con los actores sociales. Retomar los liderazgos que vienen ejerciendo muchas mujeres en lo organizacional, político y en proyectos. Enfoques de hombres y mujeres caminando juntos y asumiendo estos desafíos.

Lección aprendida	Recomendaciones	
Fase de ejecución		
Los derechos fundamentales y el conocimiento cultural y ancestral de las comunidades campesinas y los pueblos indígenas se deben valorar, reconocer e incorporar, destacando sus buenas prácticas y el mejoramiento de los servicios climáticos para la adaptación a la variabilidad/cambio climático.	01	Fortalecer las redes de custodios y las casas de semillas nativas y criollas. Se deja la reflexión de pasar de hablar de bancos de semillas y trascender a casas de semillas, puesto que no solamente se trata de un espacio físico, también es espiritual y cultural; ahí están inmersos la sabiduría de los mayores y mayoras, la tulpa, la huerta, el fogón, la montaña, el camino, la vida en su esencia.
	02	La protección de las semillas nativas y criollas y el conocimiento tradicional son muy importantes para la adaptación al cambio climático y para asegurar la soberanía y autonomía alimentaria.
	03	Los bioindicadores de la naturaleza son una fortaleza desde las señas, señales e indicaciones que brindan los espacios sagrados, las plantas y los seres con quienes convivimos en el universo. Este saber de la comunidad, junto con la información climática, permite tomar mejores decisiones.
	04	Los trueques, las mingas, los ejercicios prácticos y la visita de personas de otras regiones y de otros países dejan aprendizajes para seguir fortaleciendo las acciones en los territorios.
La ejecución del proyecto debe contar con un plan de sostenibilidad que amplíe el horizonte y promueva una mayor resiliencia del territorio frente a los desafíos del cambio climático.	01	Reactivar, articular y trazar una hoja de ruta para consolidar las alianzas e incluir instituciones, organizaciones y comunidad que, por su misión o función, pueden darle continuidad, fortalecer lo caminado y ampliar el horizonte del proceso.
	02	Es relevante que estas iniciativas incluyan en los equipos técnicos locales a integrantes de las comunidades campesinas e indígenas. Su participación efectiva potencia las posibilidades de apropiación de los proyectos y su sostenibilidad.
	03	Fortalecer la capacitación, transferencia tecnológica y las buenas prácticas encamina a aprender a utilizar la información climática para adaptarse y estar mejor preparados frente al cambio climático. Esta información debería contribuir a tomar mejores decisiones, más oportunas.
	04	Para garantizar la efectividad de una estrategia de sostenibilidad, se requiere una planificación integral que involucre tanto a las instituciones como a las comunidades locales. Esta planificación debe estar soportada en los análisis de vulnerabilidad, la priorización de las medidas de adaptación y el análisis costo/beneficio adelantado al inicio del proyecto y actualizado de acuerdo con nuevas necesidades y requerimientos.
Los servicios climáticos enfocados en las necesidades de los usuarios y su contribución a la preparación de la adaptación al cambio climático son un reto que demanda cambios en la forma cómo se presta el servicio y en la	01	Fortalecer a la institución líder encargada de los servicios climáticos y visualizar en su planeación el mejoramiento evolutivo de los servicios climáticos centrados en las necesidades de los usuarios, así como los requerimientos técnicos, tecnológicos, financieros y humanos que se requieren en el nuevo marco planteado por la OMM.
	02	Robustecer y afinar la documentación, los protocolos, la capacitación y las buenas prácticas relacionadas con la producción, uso y manejo

Lección aprendida	Recomendaciones	
forma cómo se usa y maneja la información.		de la información: qué información es necesario generar, cómo adaptarla a necesidades del usuario y cómo comunicarla y transferirla para un mayor y mejor manejo.
	03	Los servicios climáticos deberían tener una continua evaluación e indicadores de mayor seguimiento en cada uno de los territorios. Así mismo, una comunicación estrecha entre la institución líder y los usuarios, considerando sus necesidades.
	04	Mejora evolutiva de la prestación de los servicios climáticos acorde a las características y dinámicas de las regiones y usuarios. Se deben incluir nuevos elementos de análisis de utilidad para la toma de decisiones.
	05	Validar el pronóstico del clima local con el seguimiento previo de los observadores voluntarios y el conocimiento y saber hacer de las comunidades (por ejemplo, el uso de bioindicadores).
	06	Fortalecer la red de monitoreo existente y los Sistemas de Alerta Temprana (SAT).
	07	Realizar o replicar las mesas agroclimáticas por parte de líderes de la comunidad, en las veredas u otros espacios de interés en el territorio.
	08	Elaborar los boletines periódicos de manera participativa y con un lenguaje más comprensible.

Fuente. Elaboración propia.

4.7. Información relacionada con los esfuerzos para evitar, reducir al mínimo y afrontar las pérdidas y daños relacionados al cambio climático

Las pérdidas y daños relacionados con el cambio climático se refieren a las consecuencias negativas que afectan a personas, comunidades, ecosistemas, infraestructura, medios de vida y territorios cuando los riesgos climáticos se materializan y superan los límites de la adaptación (Serna Mosquera et al., 2024). Estos límites pueden ser estrictos, cuando no existen medidas de adaptación capaces de evitar riesgos intolerables, o suaves, cuando tales medidas existen, pero no están disponibles en el momento (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018). Las pérdidas y daños pueden ser económicos, cuando afectan bienes, infraestructura, producción o ingresos, o no económicos, cuando comprometen vidas humanas, salud, identidad cultural, biodiversidad, arraigo territorial, cohesión social o conocimientos tradicionales; y se asocian tanto a eventos extremos, meteorológicos e hidrometeorológicos, como a procesos de evolución lenta.

En Colombia, la gestión de pérdidas y daños se encuentra en proceso de consolidación. El país cuenta con avances en la identificación de estos eventos y procesos, en metodologías para evaluar daños ambientales y pérdidas de servicios ecosistémicos, en el reconocimiento normativo de la movilidad humana asociada a factores climáticos y ambientales, y en la preparación de propuestas para acceder a mecanismos internacionales de financiamiento. Esta sección presenta esos avances diferenciando tres aspectos: la evidencia de impactos climáticos, las herramientas para medir y valorar pérdidas y daños, y los arreglos institucionales y financieros que buscan fortalecer la respuesta del país.

La información presentada debe interpretarse como parte de una agenda en desarrollo. No todos los impactos asociados a desastres pueden atribuirse automáticamente al cambio climático; por ello, el reto principal es fortalecer la trazabilidad entre amenaza climática, exposición, vulnerabilidad, daño observado, pérdida económica o no económica, y necesidad de respuesta.

4.7.1. Efectos observados del cambio climático y sus posibles efectos, incluidos aquellos relacionados con eventos extremos y fenómenos de evolución lenta, a partir de la mejor información científica disponible

4.7.1.1. Eventos extremos

Colombia se encuentra entre los países con mayor exposición a eventos extremos a nivel global, condición que deriva de su posición geográfica intertropical, su compleja orografía y la alta variabilidad espacial de sus regímenes de precipitación y temperatura. Esta exposición estructural se ve amplificada por el cambio climático, que modifica la frecuencia, la intensidad y la distribución estacional de eventos como las inundaciones, los incendios forestales y las sequías, tal como lo documenta el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (2022), que señala que el calentamiento global ha intensificado los extremos hidrometeorológicos en América del Sur tropical.

En el ámbito nacional, la variabilidad climática interanual asociada al ENOS actúa como amplificador de estos fenómenos, de manera que sus fases extremas, tanto la cálida como la fría, configuran escenarios de riesgo diferenciados que se superponen a las tendencias de largo plazo inducidas por el cambio climático de origen antrópico.

Desde el punto de vista conceptual, de acuerdo con el (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012)corresponde a “El ocurrir de un valor de una variable climática o meteorológica por encima (o por debajo) de un umbral cercano a los

límites superiores (o inferiores) del rango observado de valores de esa variable." Existen dos tipos de eventos extremos que se están intensificando y haciendo más frecuentes debido al cambio climático, en ese sentido hablamos de los eventos meteorológicos extremos que ocurren en la atmósfera y los eventos hidrometeorológicos extremos que implican una interacción de la atmósfera con el agua superficial o subterránea.

De acuerdo con lo anterior podemos citar algunos eventos meteorológicos extremos como; olas de calor/frío, tornados, ciclones, así mismo algunos eventos hidrometeorológicos extremos como, Inundaciones, sequías, aluviones, marejadas.

4.7.1.1.1. Inundaciones

Las inundaciones corresponden a la acumulación temporal de agua sobre áreas que normalmente se encuentran secas, como resultado de lluvias intensas, crecientes súbitas o desbordamientos de cuerpos de agua o fallas en los sistemas de drenaje. También, suelen ser influenciadas por factores como la saturación del suelo, la urbanización no planificada, la ocupación de planicies de inundación y la deforestación.

Según la UNGRD, pueden clasificarse en i) Inundaciones súbitas: Asociadas a lluvias intensas de corta duración y alto potencial destructivo las cuales se presentan en cuencas de alta pendiente (zonas andinas) ii) Inundaciones lentas: Típicas en regiones Caribe, Orinoquia y Amazonia, donde el agua se acumula progresivamente debido a lluvias persistentes o crecientes en los niveles de grandes ríos.

La evidencia científica disponible para Colombia indica que el régimen de precipitaciones ha estado sometido a una variabilidad creciente, con episodios de lluvias torrenciales que superan los valores históricos medios y que se traducen en inundaciones de mayor frecuencia e intensidad. Esta tendencia es coherente con lo proyectado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2022) para regiones tropicales de América del Sur, donde el calentamiento global intensifica el ciclo hidrológico y aumenta la probabilidad de eventos de precipitación extrema. En el contexto nacional, la variabilidad interanual asociada al fenómeno ENOS actúa como modulador de primer orden, de modo que tanto sus fases cálidas (El Niño) como fría (La Niña) generan condiciones propicias para eventos hidrometeorológicos extremos, aunque con patrones espaciales diferenciados.

Durante 2024, el comportamiento hídrico del territorio nacional estuvo fuertemente influenciado por la fase cálida del ENOS y, en el segundo semestre, por la actividad ciclónica del Atlántico. A pesar de que no se verificó la fase La

Niña en el primer semestre, el tránsito hacia condiciones neutras y la temporada de huracanes generaron episodios de lluvias intensas que derivaron en inundaciones de consideración. De acuerdo con el consolidado anual de emergencias de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, en 2024 se registraron al menos 554 emergencias asociadas a inundaciones y crecidas súbitas, con afectaciones distribuidas en los 32 departamentos del país. El período de mayor intensidad correspondió al segundo semestre del año; en noviembre de 2024, las afectaciones acumuladas llevaron al Gobierno Nacional a declarar situación de desastre a nivel nacional (República de Colombia, 2024). Los departamentos de La Guajira y Chocó concentraron las afectaciones más graves, con más de 380.000 personas cuya seguridad alimentaria y nutricional se vio comprometida por la pérdida de cultivos de pancoger y de especies menores, y por el desabastecimiento de agua apta para el consumo humano. Estos eventos también incrementaron la incidencia de enfermedades respiratorias, gastrointestinales e infecciosas transmitidas por vectores, lo que agudizó las condiciones de vulnerabilidad de las poblaciones rurales y étnicas ya expuestas (Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios, 2024).

Según los considerandos del Decreto 1372 de 2024, a corte del 11 de noviembre Colombia había registrado en el año un total de 8.396 eventos climáticos y de desastres, con 952 municipios afectados, cerca de dos millones de personas damnificadas y 560 inundaciones que comprometieron a 618.130 personas. La magnitud acumulada de estos impactos llevó al Gobierno Nacional a declarar la situación de desastre nacional en todo el territorio por un término de doce meses prorrogables (República de Colombia, 2024). Durante el mes de mayo, la UNGRD reportó que al menos 27 de los 32 departamentos registraron emergencias asociadas a lluvias intensas, con 350 eventos en Cundinamarca, Huila, Tolima, Chocó, Risaralda, Bolívar, Santander, Caldas, Antioquia, Sucre, Quindío, Nariño, Casanare, Cauca y Córdoba, que dejaron 13 personas fallecidas, 31 heridas y cuantiosos daños materiales (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025).

La susceptibilidad del país al desabastecimiento hídrico no se circunscribe a escenarios de déficit climático. El Estudio Nacional del Agua 2022 identifica que 835 municipios son susceptibles al desabastecimiento incluso durante la temporada de lluvias, cifra que evidencia que el problema responde de manera predominante a deficiencias estructurales en la infraestructura de acueductos, en la gestión integrada del recurso hídrico y en la respuesta hidrológica de cuencas intensamente intervenidas, más que a la variabilidad natural de la oferta (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2023). Esta caracterización se articula de manera directa con los lineamientos técnicos de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres en materia de amenaza por inundación, así como con la identificación de zonas potencialmente inundables consignada en el Anexo 1 del ENA 2022, instrumentos que en

conjunto permiten focalizar territorialmente las medidas estructurales y no estructurales de adaptación en el sector.

En términos agregados, el cruce de información del Instituto Nacional de Salud, la UNGRD y el IDEAM revela que aproximadamente el 48 % del total de municipios del país presentó algún tipo de afectación relacionada con el agua en 2024, ya sea por inundaciones, por desabastecimiento o por deterioro de la calidad para el consumo humano, con mayor concentración en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Valle del Cauca, Chocó y La Guajira (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025).

Los efectos de las precipitaciones intensas se han manifestado también a través de movimientos en masa, fenómenos que, aunque responden a una causalidad multicausal en la que intervienen la deforestación y las condiciones del suelo, reflejan la creciente incidencia del comportamiento hidrometeorológico sobre los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos del territorio. Este patrón es consistente con lo documentado en la TCNCC, donde se identifica al sector agropecuario, las comunidades rurales dispersas y los asentamientos en zonas de ladera como los de mayor exposición y sensibilidad frente a inundaciones y crecientes súbitas (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2017). Desde la perspectiva de los efectos de evolución más lenta, el análisis del Índice de Riesgo de Calidad de Agua para Consumo Humano (IRCA) evidencia que las inundaciones recurrentes agudizan las condiciones de insalubridad en las zonas rurales, donde el índice refleja un riesgo alto de enfermedades asociadas al consumo de agua no apta para uso doméstico, un patrón que se aleja de las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 fijadas para 2030.

4.7.1.1.2. Sequías

La sequía se define como todo periodo con déficit anormal de precipitación que puede generar desabastecimiento de agua para el desarrollo de actividades domésticas, agrícolas, pecuarias, energéticas, industriales, ambientales, recreativas y de transporte. Aunque su desarrollo es progresivo y sus efectos se acumulan en el tiempo a diferencia de otros fenómenos hidrometeorológicos de manifestación súbita, la sequía se clasifica internacionalmente como un fenómeno meteorológico extremo, dada la magnitud de sus impactos sobre los sistemas naturales y socioeconómicos. El IDEAM ha señalado que fenómenos como El Niño intensifican estas condiciones de desabastecimiento hídrico y agravan sus impactos negativos sobre dichas actividades.

A diferencia de los eventos de precipitación intensa, su desarrollo es progresivo y sus efectos se acumulan en el tiempo, afectando la disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo, la producción agropecuaria, la seguridad alimentaria y la operación de los sistemas de abastecimiento urbano y rural. El IPCC (2022) documenta que la frecuencia e intensidad de las sequías se ha

incrementado en diversas regiones del trópico, tendencia que se proyecta continúe bajo los distintos escenarios de emisiones del siglo XXI, con especial énfasis en zonas ya áridas o semiáridas.

En Colombia, el principal modulador interanual de la sequía es el ENOS en su fase cálida (El Niño), que induce déficits de precipitación y anomalías positivas de temperatura en las regiones Andina, Caribe y Orinoquía, las más densamente pobladas y productivas del país. El evento El Niño 2023-2024 fue catalogado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como uno de los cinco de mayor intensidad jamás registrados, con una anomalía de la temperatura superficial del mar en el Océano Pacífico ecuatorial que alcanzó un pico cercano a +2,0 °C en diciembre de 2023 (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). Este episodio desencadenó una serie de condiciones anómalas que configuraron el panorama de sequía más severo documentado en el país en varios años.

El seguimiento de la sequía en Colombia, realizado por el IDEAM a través del Monitor de Sequías, integra el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI) y el Índice de Humedad en el Suelo (SSMI), los cuales ofrecen una lectura multidimensional de la condición seca en distintas escalas temporales. Los resultados para 2024 revelan que el déficit de precipitación se inició desde el segundo semestre de 2023 y se intensificó a lo largo del primer semestre de 2024. En la escala de seis meses (SPI-6), se registraron condiciones anormalmente secas en las regiones Andina, Caribe y Orinoquía, con sequía moderada a severa en el Trapecio Amazónico durante ese mismo periodo (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). En la escala trimestral, el primer trimestre de 2024 presentó sequía acentuada en la región Andina, el litoral Caribe, el oriente de Vichada y Guainía, con persistencia hasta abril con categoría moderada a severa en varios departamentos andinos. Estaciones del IDEAM en Atlántico, Bolívar, Antioquia, Cundinamarca, Valle del Cauca, Huila, Nariño, Vichada, Arauca y Amazonas confirmaron la continuidad de las condiciones secas entre 2023 y 2024 (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025).

El SPEI, que incorpora la demanda evaporativa además del balance de precipitación, mostró señales de déficit desde junio de 2023, con rezago respecto al SPI, y reflejó una sequía severa en las regiones Andina y Caribe durante el primer semestre de 2024, con mayor intensidad que el SPI debido a la incorporación de la temperatura en su cálculo. A lo largo del segundo semestre del año, la temporada ciclónica activa en el Atlántico generó lluvias por encima de lo esperado en las regiones Caribe y norte de la Andina, lo que atenuó progresivamente la condición seca en esas zonas. Sin embargo, la sequía se mantuvo restringida al sur del país, con intensidad severa a extrema en el centro y sur de la región Pacífica, el piedemonte amazónico y el Trapecio Amazónico, patrones que el SSMI confirmó al registrar déficits de humedad del suelo de

manera generalizada en la región amazónica durante el segundo semestre de 2024 (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025).

En términos de impactos sobre los sistemas humanos, la sequía de 2024 afectó la disponibilidad del recurso hídrico en al menos 275 municipios de 25 departamentos del país, siendo Bogotá, Boyacá, Santander, Cundinamarca, Córdoba y Sucre los más impactados, con crisis de escasez hídrica que comprometieron tanto el abastecimiento doméstico como la producción agropecuaria (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). Los efectos sobre los embalses fueron particularmente relevantes, dado que la reducción de los niveles de almacenamiento amenazó la continuidad del suministro eléctrico en un sistema de generación con alta dependencia hídrica, como es el caso de Colombia. Adicionalmente, las condiciones secas del primer semestre de 2024 propiciaron la propagación de los incendios forestales documentados en el apartado anterior, evidenciando la interacción entre los fenómenos de sequía e incendio como riesgos compuestos que se amplifican mutuamente bajo condiciones de variabilidad climática extrema.

La vulnerabilidad del territorio nacional al desabastecimiento hídrico asociado a temporadas secas constituye uno de los efectos observados de mayor relevancia documentados en la actualización más reciente del Estudio Nacional del Agua. Entre 1998 y 2021, 565 municipios registraron afectaciones recurrentes en sus sistemas de acueducto vinculadas a temporadas secas, cifra que refleja la persistencia estructural del fenómeno durante el período de referencia del presente informe. En el subperíodo 2017–2021, 207 municipios distribuidos en 16 departamentos presentaron recurrencia sostenida del problema, concentrándose las mayores afectaciones en Bolívar, Cundinamarca, Córdoba, Boyacá y Santander. Este patrón es consistente con el aumento observado en la frecuencia e intensidad de eventos de déficit hídrico reportado por el IPCC (2022) para la región andino-caribeña, así como con los resultados de la dimensión de recursos hídricos del SIIVRA, que identifican al corredor andino como la región de mayor sensibilidad frente a la reducción de la escorrentía y al incremento del índice de aridez (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025).

En el contexto del cambio climático, las proyecciones climáticas para Colombia señalan que las regiones Andina y Caribe experimentarán reducciones en la precipitación media durante los períodos secos bajo escenarios de mayor emisión de gases de efecto invernadero, con un aumento en la frecuencia e intensidad de las sequías meteorológicas e hidrológicas hacia finales del siglo XXI (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). Este escenario plantea retos estructurales para la gestión del recurso hídrico, la seguridad alimentaria y la planificación energética del país, que deben ser abordados de forma integrada en los instrumentos de política de adaptación al cambio climático.

4.7.1.1.3. Movimientos en masa

Los movimientos en masa constituyen uno de los fenómenos de mayor recurrencia e impacto en el territorio colombiano, estrechamente vinculados a la dinámica hidrometeorológica y, en particular, a la intensidad y acumulación de precipitaciones. En el contexto del cambio climático, la alteración de los patrones de lluvia, la mayor frecuencia de eventos extremos de precipitación y la intensificación de fenómenos de variabilidad climática como La Niña agravan las condiciones de inestabilidad de laderas, especialmente en regiones montañosas con alta susceptibilidad geomorfológica. El IPCC, en su Sexto Informe de Evaluación, señala que América del Sur subtropical y tropical experimentará aumentos en la intensidad de precipitaciones extremas a lo largo del siglo XXI, lo que incrementa la probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa en zonas ya expuestas (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Según el Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA) del Servicio Geológico Colombiano (SGC), entre 2004 y 2024 se registraron 12.995 eventos de deslizamientos en el país. El análisis temporal de esta serie evidencia una alta variabilidad interanual con picos pronunciados en 2010 y 2011, cuando se superaron los 1.200 eventos anuales. Estos máximos coinciden con el episodio de La Niña 2010-2011, que generó precipitaciones sostenidas y excepcionales en la mayor parte del territorio nacional y fue catalogado como la ola invernal más intensa de las últimas décadas. Las pérdidas económicas asociadas a dicho evento se estimaron en 8,6 billones de pesos, según la valoración conjunta realizada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe y el Banco Interamericano de Desarrollo (CEPAL & BID, 2012). A partir de 2012, la frecuencia de eventos disminuyó, aunque se registraron repuntes en años con episodios menos intensos, pero igualmente relevantes de La Niña, lo que confirma la sensibilidad del fenómeno a la variabilidad climática de baja frecuencia.



Figura 4-79. Distribución temporal de eventos de deslizamientos de tierra ocurridos en el periodo 2004 – 2024

Fuente. Elaboración propia.

La distribución espacial de los movimientos en masa en Colombia es marcadamente heterogénea y responde a la interacción entre factores geomorfológicos, climáticos y de uso del suelo. La región Andina concentra el 65,7% del total de eventos registrados en el periodo analizado (8.536 casos), seguida por la región Pacífica con el 23,8% (3.090 casos), la Orinoquía con el 5,6% (732 casos), la región Caribe con el 2,6% (343 casos) y la Amazonía con el 2,3% (294 casos) (SGC, 2024). A nivel departamental, los territorios con mayor número de eventos son Boyacá, Cauca, Caldas, Antioquia, Santander, Norte de Santander, Cundinamarca, Valle del Cauca, Huila, Tolima, Chocó y Nariño. Esta distribución refleja la convergencia de pendientes pronunciadas, alta pluviosidad y, en muchos casos, presión antrópica sobre coberturas vegetales en zonas de ladera.

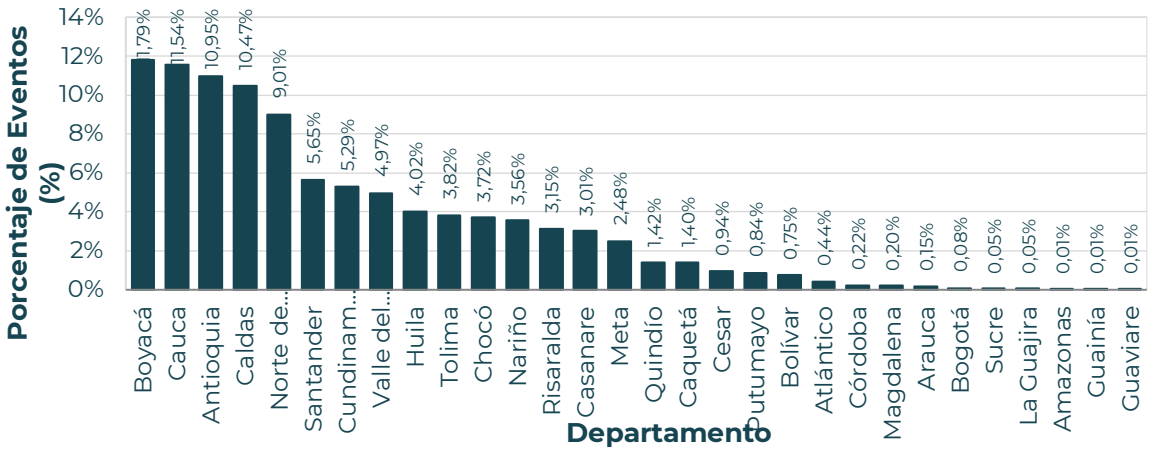


Figura 4-80. Distribución espacial de eventos de deslizamientos de tierra por departamentos y regiones naturales ocurridos en el periodo 2004 – 2024

Fuente. Elaboración propia.

Los factores que determinan la ocurrencia de movimientos en masa pueden clasificarse en condicionantes estructurales y detonantes. Entre los primeros se encuentran la topografía escarpada propia de la cordillera andina, la composición litológica y el grado de meteorización de los materiales geológicos superficiales, y las características pedológicas que determinan la capacidad de infiltración y retención de agua. Los factores antrópicos, entre ellos la deforestación, la expansión de infraestructura vial, las prácticas agrícolas en laderas sin medidas de manejo y la urbanización informal en zonas de riesgo, actúan como condicionantes que reducen la resistencia mecánica del suelo y elevan la susceptibilidad del terreno ante eventos detonantes. La lluvia constituye el principal detonante: más del 90% de los deslizamientos registrados en el país están asociados a eventos de precipitación, aunque también se documentan casos vinculados a actividad sísmica y a procesos de erosión progresiva sin precipitación inmediata significativa, lo que subraya la necesidad de un enfoque integral en la evaluación del riesgo.

El SGC elaboró en 2016 el Mapa Nacional de Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos a escala 1:100.000, que clasifica el territorio en cinco categorías: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta. Se estima que el 63,5% del territorio nacional presenta susceptibilidad muy baja o nula, concentrada principalmente en las llanuras de la Orinoquía y la Amazonía. Las regiones Andina, Pacífica y Caribe concentran las áreas de mayor susceptibilidad. El análisis de la correspondencia entre los eventos registrados y las categorías del mapa muestra que el 50,8% de los deslizamientos ocurren en zonas de susceptibilidad moderada y el 44% en zonas de susceptibilidad alta, sumando más del 94% del total de eventos, lo que valida la utilidad de esta herramienta cartográfica para la planificación territorial y la priorización de medidas de reducción del riesgo.

El análisis de precipitación antecedente asociada a los eventos de deslizamiento indica que tanto las lluvias de alta intensidad en ventanas cortas como la acumulación sostenida durante períodos de hasta 30 días son determinantes en la desestabilización de laderas, con valores de precipitación acumulada que superan los 1.000 mm en los casos de mayor impacto. Esta dualidad temporal en los umbrales detonantes tiene implicaciones directas para los sistemas de alerta temprana y los modelos predictivos del SGC e IDEAM, que deben considerar horizontes de análisis múltiples para mejorar la anticipación y reducir los tiempos de respuesta institucional.

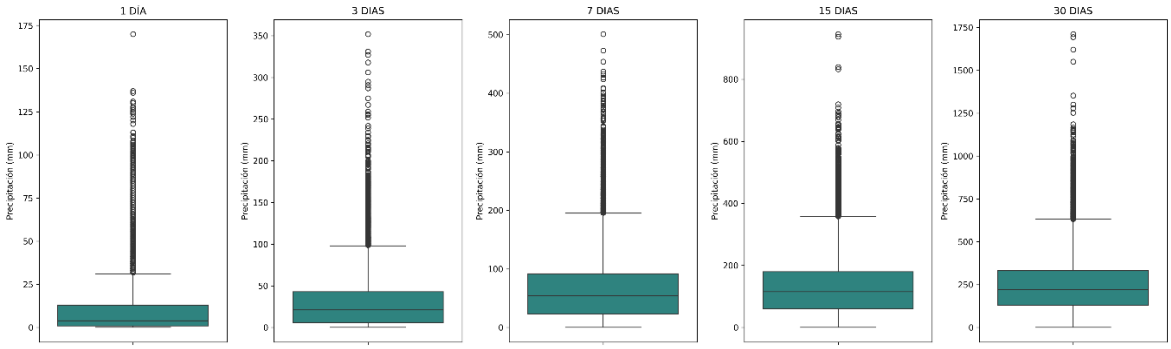


Figura 4-81. Boxplots de precipitación acumulada antecedente de eventos de deslizamientos de tierra ocurridos en el periodo 2004 – 2024

Fuente. Elaboración propia.

4.7.1.1.4. Incendios forestales

Los incendios forestales corresponden a cualquier fuego de origen natural o antrópico que se extiende sin control, cuyo combustible principal es la vegetación viva o muerta y que causa impactos ambientales, económicos o sociales (DANE & CTNAIF, 2025). Aunque no son en sí mismos fenómenos meteorológicos, están condicionados por ellos y, de acuerdo con la FAO, generan impactos multidimensionales como la pérdida de biodiversidad, la degradación de suelos, el aumento de emisiones de CO_2, la alteración de ciclos biogeoquímicos y socioeconómicos, y la afectación a medios de vida, infraestructura y salud

pública. Por esta interacción con la variabilidad climática, la deforestación y los patrones de uso del suelo, constituyen uno de los fenómenos de mayor relevancia en el perfil de riesgo climático de Colombia.

La literatura científica ha establecido que el incremento de la temperatura media superficial, la reducción de la humedad del suelo y el aumento de la duración de las temporadas secas, fenómenos todos atribuibles en parte al cambio climático de origen antrópico, amplifican la probabilidad de ignición y la extensión de los incendios forestales en regiones tropicales (IPCC, 2022). En Colombia, este riesgo se ve exacerbado por la interacción entre las fases cálidas del ENOS, que inducen déficits de precipitación, y los procesos de degradación de la cobertura boscosa que reducen la humedad disponible en la vegetación y el suelo.

El año 2024 estuvo marcado por una conjunción de condiciones que resultó en una temporada de incendios forestales de inusual intensidad. La sequía asociada al fenómeno El Niño 2023-2024 propició condiciones de alta inflamabilidad en las coberturas vegetales, afectando la biodiversidad, la calidad del aire y la salud humana (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). Según cifras de la UNGRD, entre los meses de enero y septiembre de 2024 se reportaron 2.279 incendios en 30 departamentos del país, que afectaron en total 137.459 hectáreas, con especial afectación en Cundinamarca, Huila y Antioquia (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). A corte del 13 de noviembre de 2024, los considerandos del Decreto 1372 registran un total acumulado anual de 6.222 incendios forestales en el país, con una superficie afectada de 208.874 hectáreas, lo que evidencia la intensificación del fenómeno durante el segundo semestre del año (República de Colombia, 2024).

El análisis comparativo de puntos de calor entre 2023 y 2024, realizado por el IDEAM a partir de datos satelitales, identificó un incremento significativo de la actividad térmica en los departamentos de Caquetá, el sur del Meta, el oriente de Casanare, el suroriente de Arauca y el nororiente de Vichada. Adicionalmente, se evidenció una expansión hacia zonas de menor actividad histórica, como Norte de Santander, el sur y suroriente del Tolima, y gran parte de Bolívar (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). Esta expansión espacial obedece, en parte, a la fragmentación del bosque inducida por la deforestación, que reduce la humedad del suelo y aumenta la susceptibilidad de los márgenes forestales a la ignición, modificando los flujos de energía superficial. En la Amazonía, los estudios disponibles confirman que los puntos de calor se concentran sistemáticamente en áreas ya deforestadas, lo que refuerza la relación entre pérdida de cobertura boscosa y riesgo de incendio. En ese mismo sentido, la evidencia proveniente de la Amazonía noroccidental colombiana señala que las áreas fragmentadas y la proximidad a los bordes del bosque aumentan la incidencia del fuego (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025).

En el primer trimestre del año, correspondiente a la temporada seca más intensa del ciclo anual, se registraron los valores más elevados de puntos de calor, con los picos más pronunciados en Caquetá y Meta. En el tercer y cuarto trimestre, coincidiendo con el incremento de la deforestación, se observó un repunte en varios departamentos del Arco Amazónico (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2025). Los impactos de los incendios trascienden la pérdida de cobertura vegetal, dado que deterioran servicios ecosistémicos fundamentales, entre ellos la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono, la provisión de hábitat para la biodiversidad y la calidad del aire en zonas de alta densidad poblacional, con implicaciones directas sobre la salud respiratoria de las comunidades expuestas a los aerosoles generados por la combustión de biomasa.

4.7.1.2. Procesos de evolución lenta

Los procesos de evolución lenta corresponden a los cambios graduales y progresivos que ocurren dentro del sistema climático, desarrollándose en escalas de tiempo que comprenden años a décadas, con impactos acumulativos que con frecuencia resultan irreversibles a escala de tiempo humana y que pueden generar afectaciones significativas sobre los sistemas antrópicos y naturales. En el marco de la CMNUCC, el retroceso glaciar fue reconocido explícitamente como uno de estos fenómenos en la Decisión 3/CP.18 (CMNUCC, 2012), así como el aumento del nivel del mar, la acidificación oceánica, la desertificación y la pérdida de biodiversidad, entre otros. Esta categorización subraya tanto la naturaleza progresiva del proceso como su estrecha dependencia de las tendencias de largo plazo en temperatura y precipitación.

En el contexto marino-costero, los procesos de evolución lenta adquieren especial relevancia debido a que sus impactos son acumulativos, pueden superar los límites de adaptación y generar pérdidas permanentes en ecosistemas estratégicos y territorios costeros. En el contexto colombiano, la erosión costera constituye una manifestación territorial de los procesos de evolución lenta asociados al cambio climático, particularmente del aumento del nivel del mar y de los cambios en la dinámica oceánica y sedimentaria, cuyos efectos se expresan en el retroceso de la línea de costa, pérdida de playas y afectación de ecosistemas e infraestructura costera.

4.7.1.2.1. Retroceso de los glaciares

En Colombia, el retroceso glaciar constituye uno de los indicadores más visibles y documentados del cambio climático en el territorio nacional. Los seis conjuntos glaciares que persisten en el país, los cuales se encuentran localizados en las cumbres de los volcanes nevados Ruiz, Tolima, Huila y Santa Isabel, así como en las sierras nevadas de Santa Marta y El Cocuy o Güicán. Estos han sido objeto de

monitoreo sistemático por parte del IDEAM, institución que desde la década de 1990 lleva registro de la evolución de sus superficies y, desde 2006, calcula el balance de masa glaciológico como indicador del estado de equilibrio o desequilibrio de estas masas de hielo frente a las condiciones climáticas imperantes.

A mediados del siglo XIX, Colombia contaba con una superficie glaciar estimada en 374 km², distribuida en 14 conjuntos nevados (Flórez, 1992). En esa misma época, los seis glaciares que hoy persisten, las Sierras Nevadas de Santa Marta y El Cocuy o Güicán, junto con los volcanes nevados Ruiz, Tolima, Huila y Santa Isabel, abarcaban una extensión aproximada de 347 km² (Flórez, 2003). Los restantes 27 km² se extinguieron paulatinamente y en silencio durante el siglo XX.

En la década de los años 80, los glaciares colombianos mostraron un incremento en la tasa de pérdida glaciar, fenómeno coherente con el cambio climático abrupto de 1976–77, documentado por (Miller et al., 1994). Este "climate shift" elevó de manera sostenida la temperatura del Pacífico tropical y modificó la circulación atmosférica, aumentando la frecuencia de condiciones cálidas tipo El Niño y reduciendo la acumulación de nieve en los Andes, lo que aceleró el retroceso glaciar observado en esos años.

Para el año 2024, Colombia contaba con una cobertura glaciar de 30,8 km² y una reducción anual estimada entre 3,0 y 5,0 %. Esta reducción está condicionada por una combinación de factores como el clima local, altitud, topografía, exposición a la radiación solar, precipitación, temperatura y la influencia de la variabilidad asociada al fenómeno ENSO. El espesor de hielo se estima entre 60 a 100 m (Van Wyk de Vries et al., 2022), En conjunto, estos elementos constituyen los principales controladores del retroceso glaciar observado en el país. A continuación, se muestra la evolución de área de los actuales glaciares.

Desde la publicación de la Tercera Comunicación Nacional ante la CMNUCC, los glaciares de Colombia se han reducido un 15,8 %, pasando de 36,6 a 30,8 km² en 2024.

El cambio en la cobertura glaciar no ocurre de manera uniforme entre las distintas áreas. Entre 2017 y 2024, el glaciar con mayor pérdida de superficie fue el Nevado Santa Isabel, con una reducción de aproximadamente 75,4 %, seguido por la Sierra Nevada de Santa Marta con 26 %, y en tercer lugar el Nevado del Tolima con 25,7 %. Le siguen el Nevado del Ruiz con 19,3 %, Nevado del Huila con 17,1 % y finalmente la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán que presenta la menor pérdida, con 14,8 %.

Tabla 4-72. Evolución de las actuales áreas glaciares de Colombia desde mediados del siglo XIX a 2024

Año	Glaciar					
	Nevado Santa Isabel (km²)	Nevado del Tolima (km²)	Nevado del Huila (km²)	Nevado del Ruiz (km²)	Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (km²)	Sierra Nevada de Santa Marta (km²)
Mediados del siglo XIX	27,80	8,60	33,70	47,50	148,70	81,59
Años 50	9,40	2,70	17,50	21,00	38,90	20,39
Años 80	6,40	1,60	15,40	17,00	35,70	16,10
Años 90	5,30	1,18	13,30	14,10	23,70	12,21
Años 2000	3,33	1,04	12,95	11,76	19,80	Sin dato
2010	1,91	0,76	9,70	10,33	16,54	8,17
2016	1,00	0,64	8,01	9,26	14,46	7,10
2017	0,65	0,61	7,63	8,88	13,94	6,55
2019	0,52	0,56	7,21	8,39	13,67	6,23
2020	0,45	0,53	6,86	8,14	13,38	5,83
2021	0,35	0,51	6,64	7,96	13,17	5,57
2022	0,29	0,49	6,50	7,68	12,83	5,30
2024	0,16	0,45	6,33	7,17	11,88	4,84
% retroceso total	99	95	81	85	92	94

Fuente. Elaboración propia.

En las siguientes figuras se muestra la evolución de la superficie glaciar para cada uno de los nevados de Colombia.

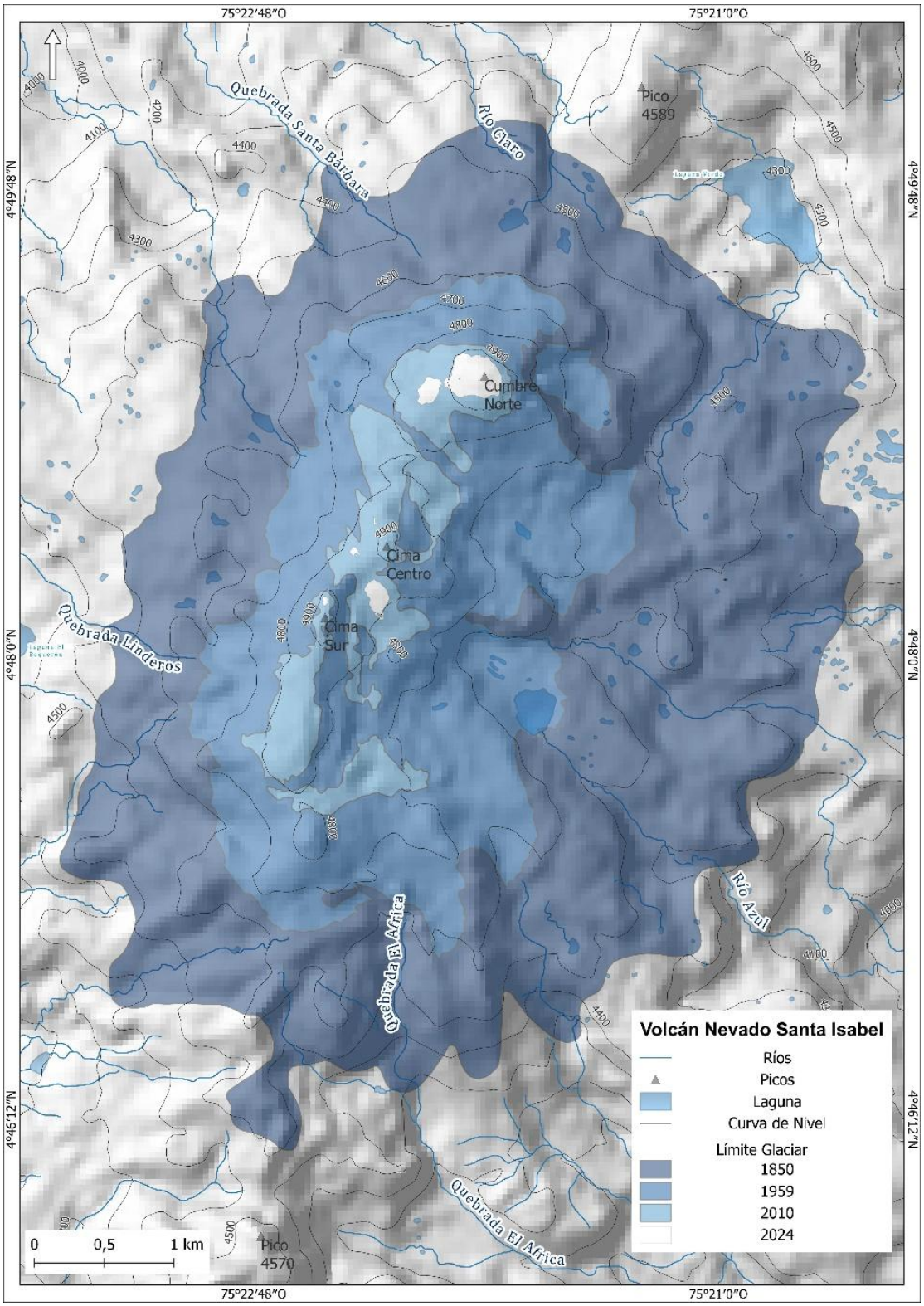


Figura 4-82. Mapa de evolución de la superficie del glaciar Santa Isabel entre mediados del siglo XIX y 2024

Fuente. Elaboración propia.

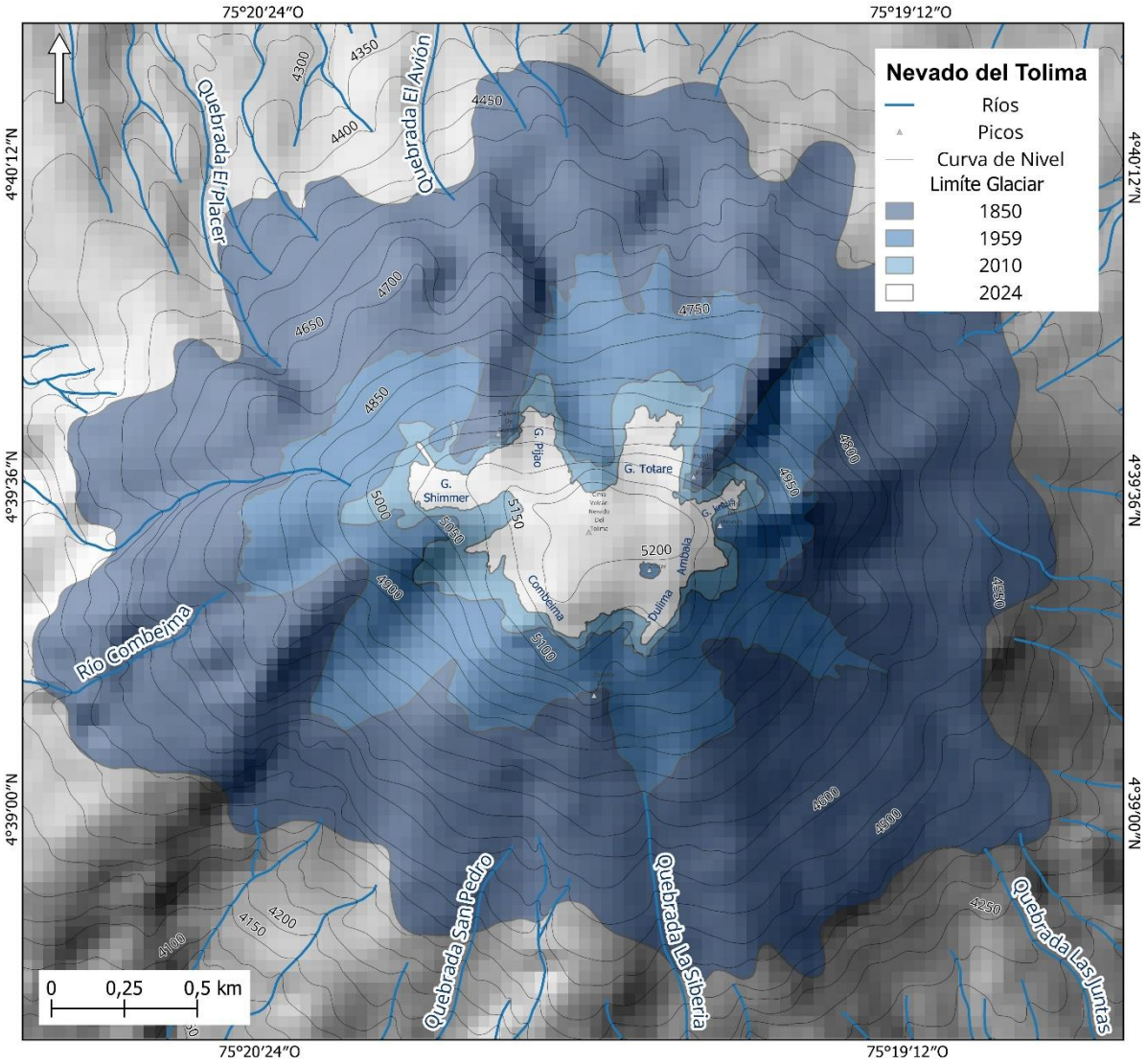


Figura 4-83. Mapa de evolución de la superficie del Nevado del Tolima entre mediados del siglo XIX y 2024

Fuente. Elaboración propia.

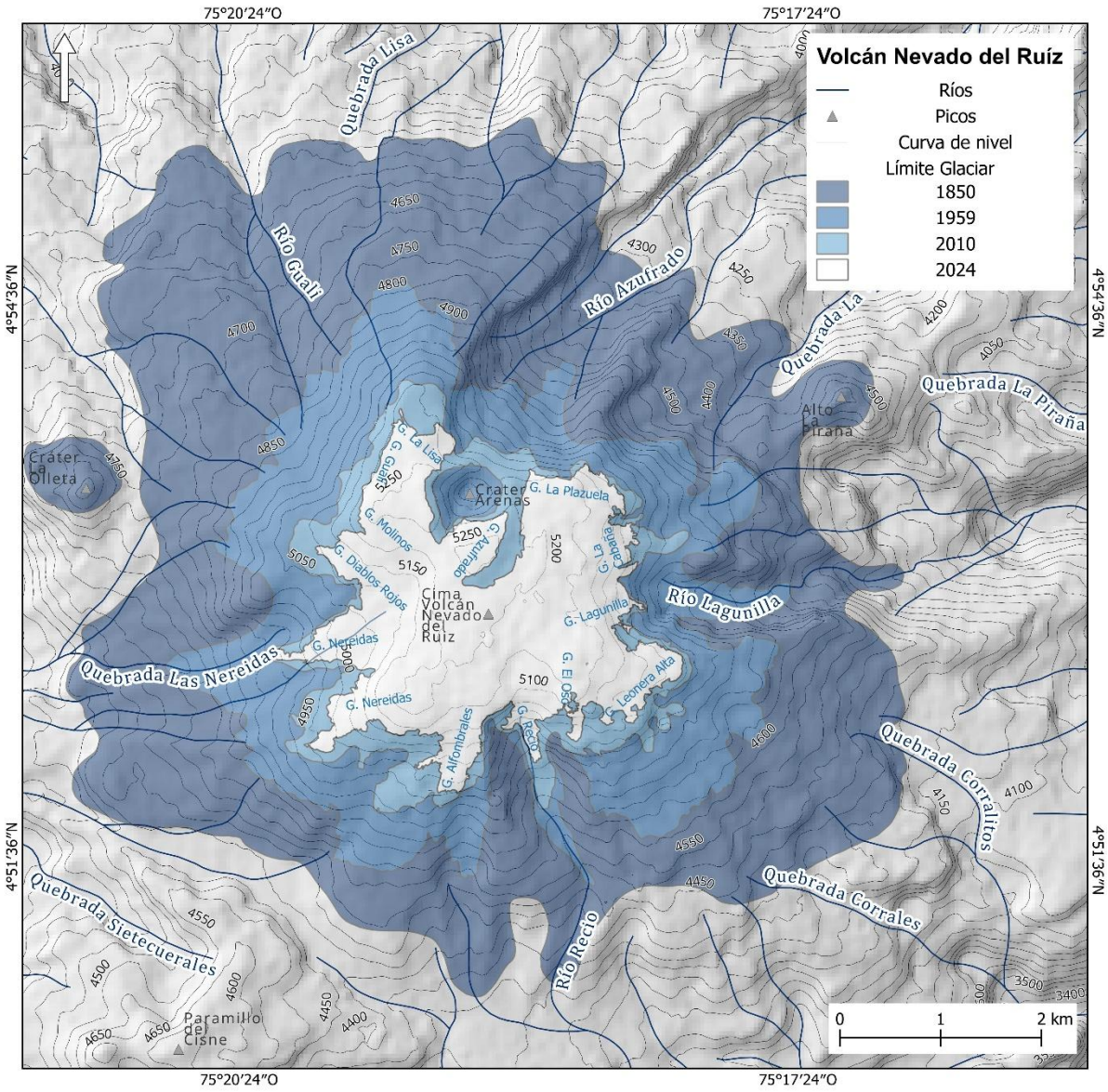


Figura 4-84. Mapa de evolución de la superficie del Nevado del Ruiz entre mediados del siglo XIX y 2024

Fuente. Elaboración propia.

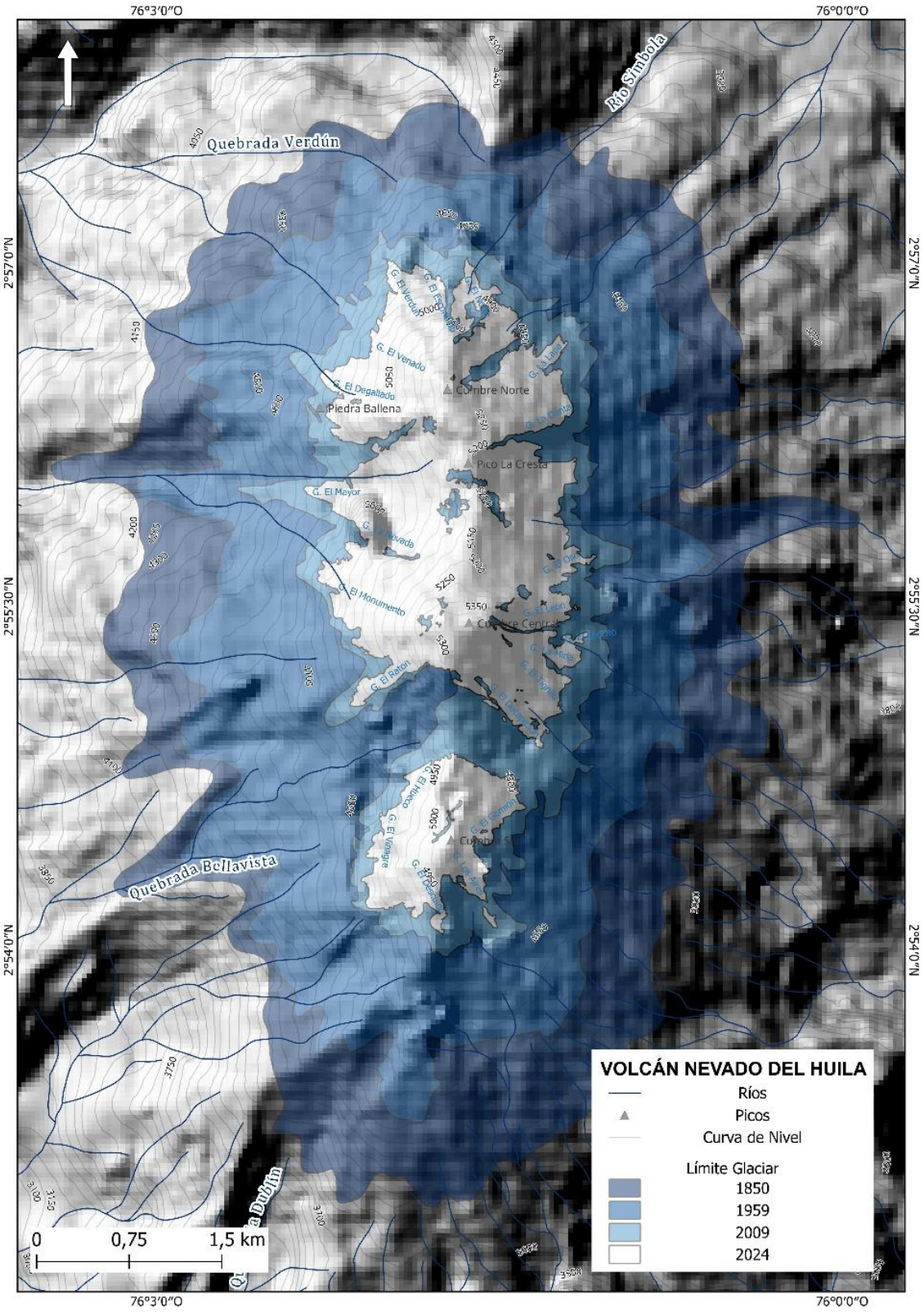


Figura 4-85. Mapa de evolución de la superficie del Nevado del Huila entre mediados del siglo XIX y 2024

Fuente. Elaboración propia.

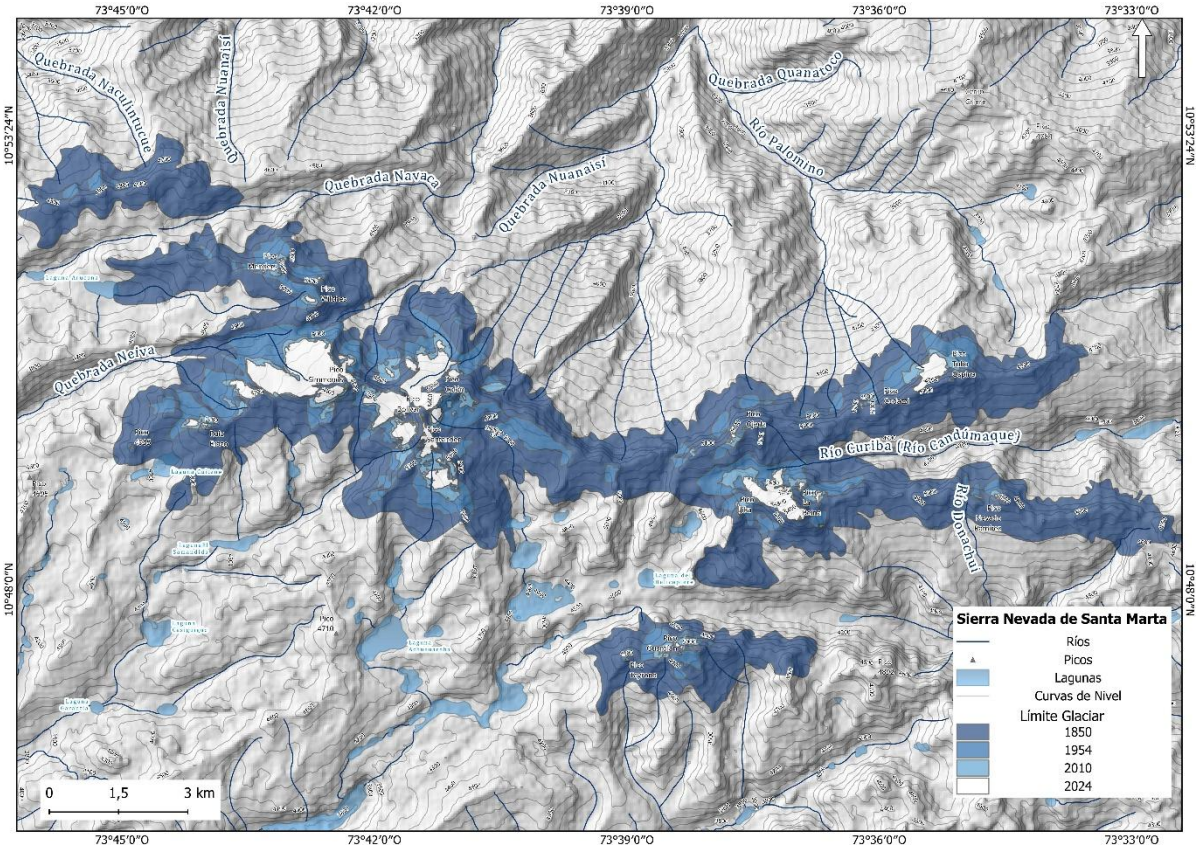


Figura 4-86. Mapa de evolución de la superficie de la Sierra Nevada de Santa Marta entre mediados del siglo XIX y 2024

Fuente. Elaboración propia.

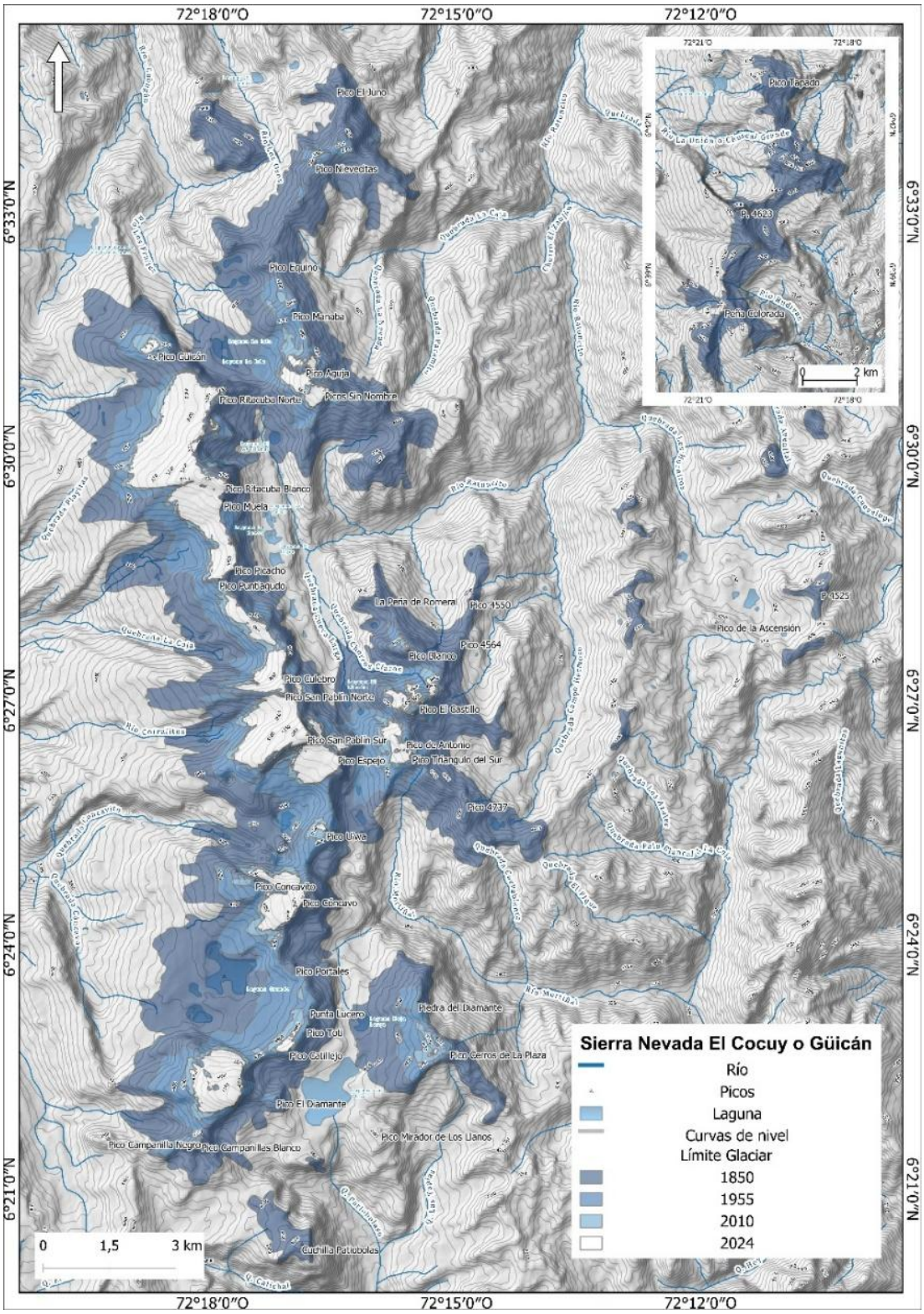


Figura 4-87. Mapa de evolución glaciar Mapa de evolución de la superficie de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán entre mediados del siglo XIX y 2024

Fuente. Elaboración propia.

Por otra parte, el balance de masa glaciológico es el indicador que refleja la estabilidad o desequilibrio de un glaciar (Cogley et al., 2011; Francou & Pouyaud, 2004; Rivera et al., 2016), una metodología usada en todo el mundo para estimar cómo responde el glaciar a los procesos que lo forman (acumulación y compactación de nieve) frente a los procesos que lo derriten que a su vez es respuesta del clima.

En Colombia, el balance de masa glaciar se calcula anualmente en los glaciares El Hongo (monitoreado desde 2021), Ritacuba Blanco (desde 2009) y Shimmer (desde 2021), pertenecientes al Nevado Santa Isabel, la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán y el Nevado del Tolima, respectivamente. Así mismo, fue calculado para el glaciar Conejeras (Nevado Santa Isabel) desde 2006 hasta su extinción en 2024.

El balance de masa de los glaciares colombianos muestra una tendencia marcadamente negativa durante todo el periodo 2006 a 2024. A escala nacional, la señal dominante es una pérdida sostenida y progresiva y acentuada durante eventos climáticos extremos (El Niño). Aunque cada glaciar presenta dinámicas particulares, todos coinciden en una pérdida continua. En la siguiente grafica se muestra el balance de masa anual histórico en los glaciares de Colombia.

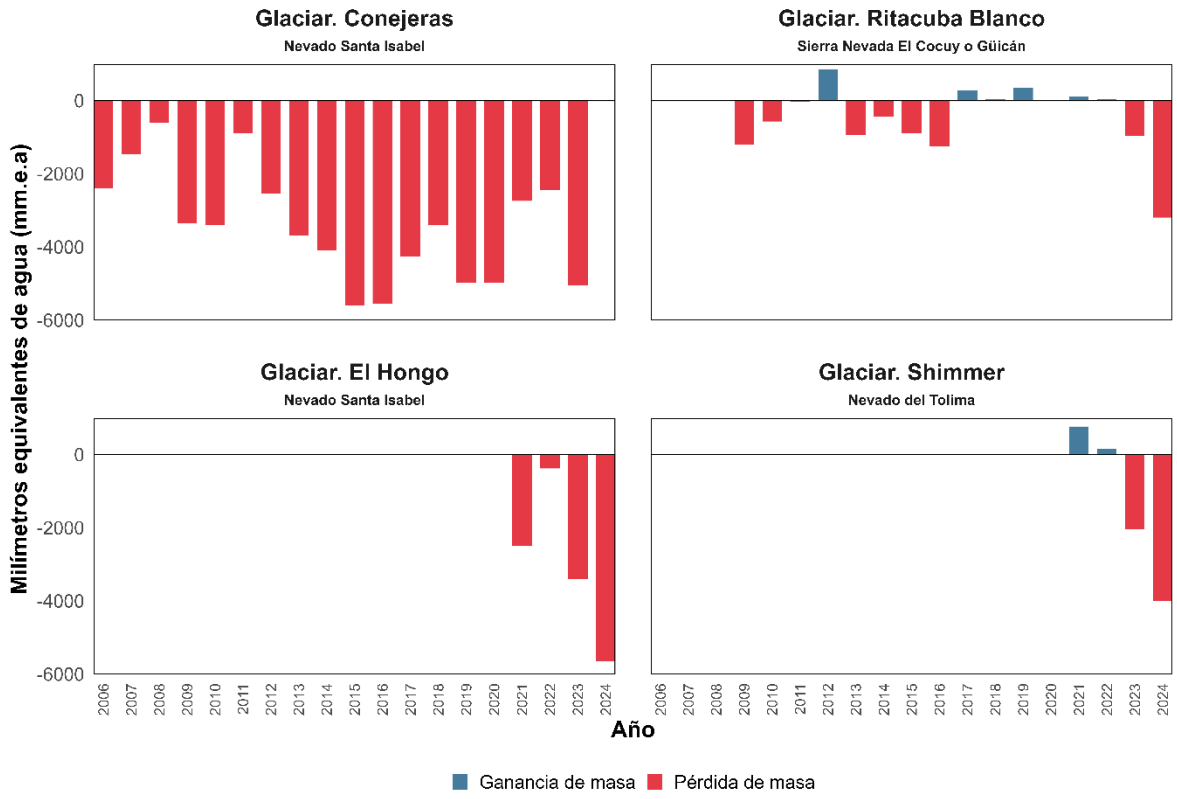


Figura 4-88. Balance de masa glaciar anual en Colombia

Fuente. Elaboración propia.

El monitoreo de balance de masa permitió registrar la sensibilidad de los glaciares colombianos frente al fenómeno de variabilidad climática El ENSO, en su fase cálida (El Niño) y fría (La Niña).

Como se observa en la gráfica, las mayores pérdidas de balance de masa se registraron en los fenómenos El Niño de los años 2015-2016 y 2023-2024. Así mismo, se observó una disminución de la pérdida de masa durante los fenómenos La Niña de los años 2010-2011 y 2020-2022.

En el caso del glaciar El Hongo, se observa que, bajo la influencia de condiciones El Niño (ONI ≥ 0,5 °C), la pérdida de masa glaciar es aproximadamente 53 % mayor en comparación con las condiciones La Niña (ONI ≤ -0,5 °C). Asimismo, al comparar las condiciones cálidas de El Niño con las condiciones neutrales (ONI entre –0,5 y +0,5), la pérdida de masa puede incrementarse hasta en un 83 %, lo que evidencia la marcada sensibilidad del glaciar frente a condiciones del océano Pacífico.

De manera similar, en el glaciar Ritacuba Blanco se evidencia que, bajo la influencia de condiciones cálidas asociadas al fenómeno El Niño (ONI ≥ 0,5 °C) la pérdida de masa glaciar se multiplica por 2,4 en comparación con las condiciones neutrales (ONI entre –0,5 y +0,5). Por el contrario, durante las fases frías (ONI ≤ -0,5 °C), las ganancias de masa (principalmente por acumulación de nieve) aumentan en un 83 % respecto a las condiciones neutrales del ONI.

Los resultados evidencian la alta sensibilidad de los glaciares colombianos al ENSO y su influencia en el régimen de precipitación y temperatura influyen directamente en su balance de masa y en parámetros clave como la línea de equilibrio altitudinal (ELA, por sus siglas en inglés).

La ELA determina la altitud a la que un glaciar alcanza un balance de masa neutro; es decir, por encima de esta altura predomina la acumulación (formación de hielo a partir de la precipitación y compactación de nieve), mientras que por debajo de ella prevalece la ablación, o pérdida de masa glaciar.

En el caso del glaciar El Hongo, la ELA se estimó para el año 2024 en 5.226 m s. n. m., mientras que su altitud máxima alcanza los 4.903 m.s.n.m. Esto implica que la totalidad de su superficie se encuentra en zona de ablación, sin áreas de acumulación activa ocasionando que predomine la fusión del hielo.

Por su parte, el glaciar Ritacuba Blanco presenta un panorama ligeramente más favorable. Para 2024, su ELA se estimó en 5.107 m.s.n.m. con una altitud máxima de 5.380 m.s.n.m. Así, de los 11,87 km² que conforman la Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán, aproximadamente el 10 % de la superficie glaciar se comportaría como

zona de ganancia de masa, pero hay que recordar que con el actual cambio climático la ELA asciende paulatinamente reduciendo esta zona.

Finalmente, de acuerdo con los escenarios de cambio climático del IPCC (2023) y los escenarios departamentales de cambio climático del IDEAM (2024), las zonas glaciares de Colombia enfrentarán una rápida transformación en las condiciones de temperatura, precipitación, humedad relativa y radiación solar hacia finales de 2060.

De acuerdo con el escenario más optimista (SPP 1-2.6), se proyecta que las zonas glaciares del país experimenten un aumento de temperatura entre 1,74 °C para finales del 2060. En contraste, bajo el escenario menos optimista (SPP 5-7.0), en el que no se cumplan las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el incremento térmico podría alcanzar los 2,32°C para finales del 2060.

En cualquiera de los escenarios, los glaciares de Colombia se encuentran en una situación crítica, pues incluso bajo las condiciones actuales, ya muestran un marcado y sostenido retroceso; las proyecciones indican que se extinguirían paulatinamente durante la segunda mitad del siglo XXI en función de las condiciones de temperatura, altitud, precipitación, humedad relativa, topografía e influencia del fenómeno ENOS.

4.7.1.2.2. Desertificación y degradación de suelos

En Colombia, la desertificación constituye uno de los procesos de evolución lenta con mayor extensión territorial y mayor interacción con la variabilidad climática, la pobreza rural y los patrones de uso del suelo. De acuerdo con la Síntesis del Estudio Nacional de la Degradación de suelos por desertificación en Colombia 2025, el país cuenta con 30.947.344 hectáreas en zonas secas (tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas), equivalentes al 27,2 % del territorio nacional, distribuidas principalmente en las áreas hidrográficas Magdalena-Cauca, Caribe y Orinoco, y concentradas en los departamentos de La Guajira, Atlántico, Casanare, Magdalena, Arauca, Cesar, Sucre, Huila, Córdoba y Vichada (Salamanca García et al., 2026). En el ámbito insular, cerca del 98,1 % del territorio del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina presenta condiciones de zona seca, lo que equivale a aproximadamente 4.896 hectáreas.

De estas zonas susceptibles, el 23,8 % del territorio nacional, cerca de 27 millones de hectáreas, presenta ya algún grado de degradación de suelos por desertificación. La situación es crítica en el 1,7 % del territorio nacional, aproximadamente 1,9 millones de hectáreas, donde se registran los grados severo y muy severo, con tendencia a agravarse en ausencia de intervención oportuna (Salamanca García et al., 2026). En el área insular del archipiélago, el 83,7 %

presenta algún grado del fenómeno y el 20,5 % se ubica en los grados más severos, cifras que superan de manera considerable el promedio continental y que evidencian la particular vulnerabilidad de los territorios insulares frente a la desertificación.

La magnitud del fenómeno adquiere especial relevancia demográfica: con base en proyecciones de población para 2025, el 56 % de los habitantes del país, cerca de 27,7 millones de personas, reside en el 27,2 % del territorio nacional susceptible a la desertificación. Para estas zonas, las proyecciones climáticas anticipan un aumento de la temperatura media superior a 1 °C en el 40 % del área, una reducción de la precipitación anual en el 26 % del área y una disminución de la humedad relativa de entre 0 y 2 % en el 75 % del área, lo que agrava las condiciones de fragilidad hídrica que ya caracterizan a estos territorios (Salamanca García et al., 2026).

Las causas de la degradación de suelos por desertificación en Colombia responden a una combinación de presiones estructurales y directas. Cerca del 76 % de las zonas objeto de desertificación se ubica dentro de la frontera agrícola, condicionada o no condicionada, lo que actúa como incentivo estructural a la intensificación del uso del suelo (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, 2024). El uso crítico del agua constituye otro factor determinante: alrededor del 48 % de las zonas objeto de desertificación, cerca de 15 millones de hectáreas, evidencia una presión crítica sobre el recurso hídrico y presenta algún grado del fenómeno. La deforestación, con cerca de 115.000 hectáreas taladas entre 2010 y 2023 en zonas objeto de desertificación, coincide con los principales focos de concentración del problema, mientras que los incendios de cobertura vegetal se asocian con el 38,1 % de estas zonas, cerca de 11,7 millones de hectáreas. A ello se suma que aproximadamente el 23,7 % del área objeto de desertificación registra un alto índice de pobreza multidimensional (Salamanca García et al., 2026), lo que confirma la estrecha relación entre vulnerabilidad socioeconómica y degradación ambiental.

Las consecuencias del fenómeno comprometen tanto la base ecológica como la seguridad hídrica y alimentaria del país. Cerca del 28,5 % de las zonas con algún grado de desertificación, alrededor de 8,7 millones de hectáreas, corresponde a ecosistemas naturales terrestres, mientras que el 13,2 %, cerca de 4 millones de hectáreas, se relaciona con cuencas abastecedoras de embalses. La afectación alcanza también a los suelos con mayor capacidad de regulación climática y social: el 16,4 % de las zonas degradadas, cerca de 5 millones de hectáreas, corresponde a suelos con mayor stock de carbono orgánico, y el 9 %, cerca de 2,8 millones de hectáreas, se encuentra dentro de resguardos indígenas formalizados. En términos de seguridad alimentaria, el 28,5 % de las zonas objeto de desertificación tiene vocación agrícola y el 39,2 % vocación forestal o agroforestal, lo que sitúa en riesgo la capacidad productiva del territorio en el mediano y largo plazo (Salamanca García et al., 2026).

Frente a este panorama, el país cuenta con un marco de política que orienta la prevención, la mitigación y la neutralización de la degradación de tierras. La Política para la Gestión Sostenible del Suelo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016) y el Marco Estratégico 2018-2030 establecen la meta de neutralidad de la degradación de las tierras, incorporada en el CONPES 3934 de 2018 en coherencia con el ODS 15.3, mientras que la Ley 461 de 1998 ratifica el compromiso del país con la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. En términos de intervención territorial, cerca del 32 % de las zonas objeto de desertificación, aproximadamente 9,8 millones de hectáreas, cuenta con un instrumento aprobado de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA), y el 7,6 %, cerca de 2,3 millones de hectáreas, se encuentra bajo alguna figura de protección legal registrada en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP). Adicionalmente, el Plan Nacional de Restauración Ecológica proyecta como área prioritaria cerca de 466.000 hectáreas adicionales al sistema nacional de áreas protegidas, lo que evidencia un esfuerzo de ampliación de la cobertura de intervención más allá de las figuras de conservación existentes (Salamanca García et al., 2026).

4.7.1.2.3. Retroceso de la línea de costa

La erosión costera y el ascenso del nivel medio del mar constituyen dos fenómenos de evolución lenta estrechamente interrelacionados que afectan de manera progresiva el litoral colombiano, con implicaciones directas sobre los ecosistemas costeros, la infraestructura, las actividades económicas y las comunidades asentadas en estos territorios. Ambos procesos fueron reconocidos por la CMNUCC en la Decisión 3/CP.18 como fenómenos de evolución lenta vinculados al cambio climático, junto con la acidificación oceánica, la desertificación y la pérdida de biodiversidad, lo que subraya su carácter acumulativo e irreversible a escalas de tiempo humanas.

Colombia cuenta con más de 3.500 kilómetros de línea de costa distribuidos en los litorales Caribe y Pacífico. De acuerdo con la información del Plan Maestro de Erosión Costera (PMEC), aproximadamente el 40 % de esta línea de costa presenta afectación por procesos erosivos, con tasas de retroceso que oscilan entre 0,5 y 5 metros por año en distintos sectores del litoral (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023). Esta situación se traduce en pérdida progresiva de playas, retroceso de la línea de costa, afectación de viviendas, vías, equipamientos turísticos y áreas productivas, así como deterioro de ecosistemas protectores como manglares, dunas y arrecifes coralinos. La erosión costera responde a una causalidad múltiple en la que interactúan factores naturales (dinámica del oleaje, corrientes, mareas, transporte sedimentario) con factores antrópicos (obras costeras, extracción de materiales, alteración de cuencas, ocupación inadecuada del territorio) y con los efectos del cambio climático, entre ellos el ascenso del nivel del mar y la mayor intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos.

De manera complementaria, el ascenso del nivel medio del mar (ANM) incrementa la exposición de las áreas bajas costeras e insulares a inundaciones permanentes o temporales, intrusión salina en acuíferos y suelos, pérdida de humedales y mayor frecuencia de anegamientos durante mareas extremas y tormentas. A escala global, el IPCC estima un incremento medio del nivel del mar cercano a 0,20 metros entre 1901 y 2018, con una aceleración reciente que se proyecta continúe a lo largo del siglo XXI. Bajo escenarios de altas emisiones, el aumento podría acercarse o superar 1 metro para finales de siglo, lo que amplificaría significativamente los riesgos costeros en países con extensa línea litoral como Colombia (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Evaluaciones de vulnerabilidad e impactos proyectados en ciudades costeras

El INVEMAR ha desarrollado estudios de vulnerabilidad e impactos del cambio climático a escala local en ciudades y municipios costeros del Caribe y el Pacífico colombiano, construyendo escenarios de afectación por ANM y erosión costera para horizontes temporales de mediano y largo plazo (2040 y 2100). Estos estudios constituyen la base técnica más detallada disponible en el país para la evaluación de los riesgos costeros asociados al cambio climático y han servido de insumo para la formulación de lineamientos de adaptación en cada territorio analizado (Acosta-Chaparro et al., 2023).

Los resultados evidencian una vulnerabilidad generalizada del sistema costero colombiano, con impactos proyectados que comprometen porcentajes significativos de ecosistemas estratégicos, infraestructura, población y actividades productivas. En la siguiente tabla se sintetizan los principales hallazgos de los estudios desarrollados en nueve localidades costeras.

Tabla 4-73. Síntesis de los estudios de vulnerabilidad e impactos del cambio climático en ciudades y municipios costeros de Colombia

Localidad	Escala	Principales impactos proyectados	Lineamientos de adaptación propuestos
San Andrés de Tumaco (2008)	Municipal	ANM escenario fuerte al 2100: afectación del 95 % de la población, 90 % de hogares vulnerables, 39 % de viviendas.	Mejoramiento de la capacidad de respuesta del sistema natural; inclusión de la adaptación en planes de desarrollo; modelo de turismo sostenible; investigación y desarrollo.
Santa Marta (2010)	1:25.000	ANM al 2040: inundación del 84 % de playas, 80 % de lagunas costeras, 30 % del manglar; afectación del 14,5 % de la población, 92 % del patrimonio histórico, 20 % del área turística.	Adaptación para playas turísticas; transferencia del riesgo; incorporación de la zona costera como determinante ambiental en el MIZC.

Localidad	Escala	Principales impactos proyectados	Lineamientos de adaptación propuestos
Cartagena de Indias (2012-2016)	Distrital	ANM: inundación del 100 % de playas turísticas, 86 % del patrimonio arquitectónico, afectación del 48 % de la población, 35 % de la infraestructura.	Plan 4C: puertos compatibles con el clima; turismo comprometido con CC; protección del patrimonio; barrios adaptados; AbE.
San Andrés, Providencia y Santa Catalina (2014)	Archipiélago	ANM al 2040: inundación del 90 % de manglares, 89 % de viviendas, 34 % del área insular.	Protección de ecosistemas y zonas de amortiguamiento; resiliencia insular; planificación territorial; capacitación; investigación sobre vulnerabilidad por ANM.
Buenaventura (2017)	1:10.000 (urbano) / 1:100.000 (rural)	ANM al 2100: inundación del 96 % de manglares, 54 % de áreas agrícolas, afectación del 39 % de la población. Erosión: 55 % de áreas turísticas, 38 % de viviendas rurales.	Desarrollo urbano y rural; conservación y restauración de ecosistemas; fortalecimiento institucional y desarrollo económico.
Bahía Solano (2018)	1:10.000 (urbano) / 1:100.000 (rural)	ANM al 2100: inundación del 71 % de playas, 45 % de manglar, afectación del 40 % de la población. Erosión: 60 % del manglar, 32 % de playas.	Ecosistemas estratégicos y ambiente; desarrollo socioeconómico; fortalecimiento institucional y gobernanza.
Santiago de Tolú (2019)	1:10.000 (urbano) / 1:100.000 (rural)	ANM de 40 cm al 2100: inundación del 63,5 % del área urbana, afectación del 49 % de la población, 100 % de áreas turísticas y de manglar; 88 % del área portuaria.	Ecosistemas estratégicos y ambiente; desarrollo socioeconómico; fortalecimiento institucional y gobernanza; educación e investigación.
Barranquilla (2020)	1:25.000	ANM al 2100: inundación del 100 % de playas, 97 % de manglares, 54 % de áreas industriales, 22 % del área urbana. Erosión al 2040: 65 % de playas, 24 % de manglar.	Conservación y restauración; desarrollo social y económico; adaptación de infraestructura; instrumentos gubernamentales; investigación y educación.
Turbo (2021)	1:5.000 (urb.) / 1:25.000 (rur.)	ANM al 2100: afectación del 80 % de playas, 75 % de áreas turísticas, 61 % de equipamientos, 38 % de áreas agropecuarias. Erosión al 2040: 26 % del área institucional, 6 % de manglar; el Aeropuerto Gonzalo Mejía ya se encuentra afectado.	Conservación y restauración de biodiversidad y servicios ecosistémicos; adaptación del hábitat humano; fortalecimiento institucional; educación y divulgación; monitoreo y control.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Acosta-Chaparro et al., 2023) e INVEMAR (2008-2021).

Los estudios evidencian patrones transversales de vulnerabilidad que trascienden las condiciones locales específicas. En primer lugar, los ecosistemas

de manglar presentan niveles de exposición críticos en todos los casos analizados, con porcentajes de inundación proyectada que alcanzan el 96 % en Buenaventura y el 97 % en Barranquilla para el escenario de ANM al año 2100, lo que comprometería la provisión de servicios ecosistémicos de protección costera, regulación hídrica, hábitat y productividad pesquera de los que dependen las comunidades locales. En segundo lugar, las playas turísticas y el patrimonio arquitectónico e histórico muestran una exposición particularmente alta en ciudades como Cartagena (100 % de playas, 86 % del patrimonio) y Santa Marta (84 % de playas, 92 % del patrimonio), con implicaciones directas para el sector turístico y la identidad cultural de estos territorios. En tercer lugar, la infraestructura portuaria, que moviliza cerca del 93 % del comercio exterior del país, presenta niveles de vulnerabilidad significativos, como lo evidencia el caso de Santiago de Tolú (88 % del área portuaria) y los hallazgos del Plan de Cambio Climático para Puertos Marítimos de Colombia, que determinó que más del 80 % de las zonas portuarias presentan niveles de vulnerabilidad media a alta frente a amenazas como inundaciones, erosión, sedimentación y eventos extremos.

Interacción con eventos climáticos extremos

Aunque la erosión costera y el ANM son fenómenos de evolución lenta, su impacto se ve amplificado por la ocurrencia de eventos climáticos extremos que aceleran los procesos de retroceso de la línea de costa e intensifican la vulnerabilidad de los territorios costeros e insulares. Un caso emblemático fue el huracán Iota, que impactó el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina en noviembre de 2020 como huracán categoría 5. Providencia sufrió daños catastróficos: se reportó afectación en cerca del 98 % de la infraestructura de la isla y daños severos en ecosistemas marinos y costeros, incluyendo la pérdida del 23,1 % de la cobertura de manglares en el Parque Nacional Natural McBean Lagoon y John Mangrove. Las playas más afectadas fueron Southwest, Manzanillo (Manchineel) y Agua Dulce (Freshwater), con pérdida del 90 % de las áreas de playa (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023). Este evento evidenció la interacción entre los procesos de evolución lenta y los fenómenos extremos como factor amplificador de la vulnerabilidad insular, así como la necesidad de fortalecer los sistemas de alerta temprana y los mecanismos de recuperación post-desastre para ecosistemas marinos y costeros.

Adicionalmente, la variabilidad climática asociada a fenómenos como El Niño y La Niña intensifica las lluvias extremas, las inundaciones costeras, los cambios en la dinámica oceánica y los procesos de erosión litoral, generando impactos acumulativos sobre comunidades y ecosistemas. En muchos casos, estos fenómenos interactúan con condiciones preexistentes de pobreza, ocupación inadecuada del territorio y limitada capacidad institucional, lo que incrementa la vulnerabilidad social de las poblaciones costeras.

Perspectivas de gestión

Frente a este panorama, Colombia cuenta con el Plan Maestro de Erosión Costera (PMEC) como principal instrumento de planificación en la materia, cuya actualización e implementación plena constituyen metas explícitas de la NDC (meta 37 y meta 41), así como con desarrollos del INVEMAR orientados al monitoreo de la línea de costa y a la formulación de alternativas de soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación de la erosión en los litorales Caribe y Pacífico.

Estos instrumentos, junto con la plataforma CLIMARES del INVEMAR, se describen con mayor detalle en la sección de políticas y medidas de este capítulo. No obstante, estos avances, la magnitud actual y proyectada de los impactos exige acelerar la implementación de acciones integrales que combinen soluciones basadas en la naturaleza, infraestructura resiliente, gestión del riesgo y protección prioritaria de las comunidades costeras e insulares. La situación confirma que las zonas costeras e insulares del país se encuentran en la primera línea de los efectos del cambio climático, por lo que su protección y adaptación constituyen una prioridad estratégica nacional.

Los eventos extremos y los procesos de evolución lenta descritos en esta sección constituyen la base de evidencia sobre la cual se estructura la identificación de las pérdidas y los daños asociados al cambio climático en Colombia. A continuación, se caracteriza la naturaleza económica y no económica de estas afectaciones, así como los avances metodológicos del país para su cuantificación y gestión.

4.7.2. Pérdidas y daños económicos y no económicos

Pérdidas y daños económicos, corresponden a los impactos negativos derivados de eventos meteorológicos o hidrometeorológicos extremos o procesos de evolución lenta que afectan (i) bienes físicos y recursos, como viviendas, infraestructura y cultivos; (ii) actividades productivas, como la agricultura, el comercio o el turismo; y (iii) fuentes de ingreso, como salarios, ventas y rentas, los cuales son susceptibles de cuantificación monetaria. De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, estas pérdidas comprenden tanto daños directos (asociados a la afectación física de bienes y activos) como pérdidas indirectas, relacionadas con la interrupción de actividades económicas, la reducción de ingresos y los costos adicionales de respuesta y recuperación.

Por otro lado, las pérdidas y daños no económicos son impactos negativos permanentes que son de difícil o imposible asignación de un valor monetario.

Por ejemplo: pérdidas humanas, desaparición cultural, migración o desplazamiento climático, pérdida de biodiversidad, entre otros.

Nota: si los impactos de los eventos meteorológicos o hidrometeorológicos ya sean extremos o de evolución lenta son irreversibles o permanentes son considerados pérdidas, de otra parte, si los mismos son reversibles y recuperables son considerados daños.

4.7.2.1. Evaluación del daño ambiental y estimación económica de pérdida de servicios ambientales

La degradación sistemática de los servicios ecosistémicos, la erosión del suelo y el incremento en el riesgo de desastres constituyen una amenaza crítica para la estabilidad de la biodiversidad. Estos procesos, impulsados por una compleja interacción de factores naturales, socionaturales y antrópicos, generan repercusiones directas en sectores estratégicos como la agricultura, la infraestructura, el turismo y la salud pública. Según el (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2021), estas afectaciones comprometen no solo la seguridad alimentaria, sino la resiliencia misma del entorno natural. En consecuencia, la pérdida de capital natural derivada de estos eventos erosiona la capacidad de regulación climática de los ecosistemas, lo que incrementa la vulnerabilidad del país frente a la variabilidad climática y los fenómenos meteorológicos extremos.

Históricamente, los sistemas de registro y monitoreo de desastres han operado bajo una visión antropocéntrica, enfocada primordialmente en la infraestructura física y la pérdida de vidas humanas. Esta invisibilidad estadística ha relegado la degradación de las funciones ecológicas que sostienen el bienestar social a largo plazo. La cuantificación de estas pérdidas no económicas enfrenta el desafío de la inexistencia de mercados formales que asignen precios directos a servicios intangibles, tales como la regulación hídrica o los valores espirituales de los territorios. Esta carencia de referentes dificulta la traducción de los daños biofísicos a un lenguaje financiero que resulte vinculante y aceptado por los fondos de compensación y organismos de financiamiento internacional.

Desde una perspectiva técnica, la determinación del delta ambiental (definido como la variación neta entre el estado previo al evento y el impacto posterior) se ve obstaculizada por la escasez de líneas base y datos históricos a nivel local. Sin una caracterización precisa de la condición inicial del activo natural, la evaluación del daño tiende a ser subjetiva, lo que genera inconsistencias al momento de priorizar recursos y aplicar criterios de evaluación estandarizados. Asimismo, los métodos tradicionales de valoración económica ambiental suelen ser insuficientes para capturar valores de existencia y de no uso, resultando en una subestimación de la magnitud real del impacto. Por ello, se hace imperativa la transición hacia modelos híbridos que integren métricas cualitativas y

cuantitativas para garantizar que la justicia climática abarque todas las dimensiones del patrimonio natural.

En el contexto colombiano, aunque se cuenta con instrumentos consolidados como la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN) y los registros de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), su alcance ha sido tradicionalmente limitado a los impactos en activos tangibles. Ante un escenario global marcado por la crisis climática, la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades Ambientales Posdesastres Continental (EDANA-C) se posiciona como una herramienta estratégica fundamental, para identificar y estimar daños, pérdidas y necesidades ambientales durante las fases de atención y recuperación de un desastre. Este marco metodológico busca cerrar las brechas técnico-científicas en la gestión del riesgo, integrando formalmente la dimensión ambiental en los procesos de respuesta y recuperación para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas y las comunidades que dependen de ellos.

Durante el 2023 y hasta 2025, la metodología EDANA-C surtió una serie de ajustes metodológicos que permitieron mejorar la entrega de resultados en cuanto a la evaluación del daño ambiental, realizando una comparación entre la condición antes de la ocurrencia del evento y la condición final después de evento en un área afectada. Asimismo, se incorporó un ejercicio de priorización a partir de una matriz que contrasta importancia ambiental vs afectación, facilitando la toma de decisiones para la recuperación posdesastre, con respecto a la determinación de las áreas con mayor importancia ambiental y mayor afectación.

Actualmente, la aplicación de la EDANA-C no es una herramienta obligatoria para las Autoridades Ambientales, pero para esto, desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se está actualizando la Resolución 667 de 2016 en la cual se propone que la aplicación de la EDANA-C sea reportada como un indicador de gestión de las Autoridades Ambientales, en su instrumento de Plan de Gestión Ambiental.

Se están realizando esfuerzos para que, en 2026, la guía EDANA-C esté disponible para su consulta de manera abierta al público a través del sitio web del Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

A nivel internacional, la implementación de esta metodología posiciona a Colombia como un referente en la evaluación técnica de impactos climáticos, facilitando el diálogo con los principales mecanismos de financiamiento global. La EDANA-C se articula directamente con el Artículo 8 del Acuerdo de París y responde a las exigencias del Fondo de Pérdidas y Daños establecido en la COP28, el cual demanda metodologías robustas y consistentes para justificar el acceso a recursos financieros. De igual manera, esta herramienta apoya el cumplimiento del Marco de Sendai al promover la reconstrucción sostenible y la reducción del riesgo mediante la protección de los ecosistemas. Finalmente, al

traducir daños biofísicos a términos económicos mediante enfoques especializados como el de precios hedónicos, se establece un lenguaje estandarizado que permite a los organismos internacionales dimensionar con precisión la magnitud de las perdidas en servicios ecosistémicos.

Algunos de los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología EDANA-C, ante eventos principalmente como los recientes incendios forestales asociados a la temporada del Fenómeno El Niño 2023-2024 y 2025, se presentan a continuación.

Aplicación de la metodología EDANA-C en áreas protegidas de Colombia

Como parte del fortalecimiento de la EDANA-C, durante el año 2025 se realizaron ejercicios piloto en áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Esta metodología permitió cuantificar, por primera vez de manera sistemática, los daños ambientales derivados de eventos hidrometeorológicos extremos en ecosistemas estratégicos.

Con base en los registros de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres y la información levantada en campo por Parques Nacionales Naturales y Corporaciones Autónomas Regionales, se evaluaron los impactos ocurridos entre enero y septiembre de 2025 en seis áreas protegidas. Los resultados incluyen la estimación de área afectada (hectáreas) y el valor del daño ambiental expresado en términos monetarios. A continuación, se resumen los principales hallazgos:

Tabla 4-74. Estimación de daños ambientales en áreas protegidas

Área protegida	Fecha del evento	Área afectada (ha)	Valor del daño ambiental (COP)
PNN Chingaza	14-15/01/2025	111,9	$5.609.362.255
DNMI Cinaruco	22-23/01/2025	674.220,2	$1.348.404.000.000
PNN Serranía de Manacacías	22-23/01/2025	788	$32.669.048.055
PNN El Tuparro	16-18/02/2025	1500	$30.000.000.000
PNN Sierra Nevada de Santa Marta	22-25/01/2025 y 5/02/2025	1270,709 (evento del 23-24/01)	$25.414.180.000
PNN El Tuparro	19-23/09/2025	2855,95	$57.119.000.000

Fuente: Elaborada con base en (PNN, 2026)

Nota: Para el PNN Sierra Nevada de Santa Marta se registraron múltiples eventos en enero y febrero; se presenta el de mayor afectación reportada. SFF Ciénaga Grande de Santa Marta (abril 2025) reportó 31,8 ha afectadas con un daño de $729.845.828,76, el cual se incorpora en análisis complementarios.

Estos resultados evidencian que los daños ambientales en áreas protegidas pueden ser de magnitud considerable, como en el caso del DNMI Cinaruco, donde se afectaron más de 674 mil hectáreas, y que los valores económicos asociados al daño ambiental superan en algunos casos el billón de pesos. Esta

información resulta fundamental para orientar la asignación de recursos del Fondo de Pérdidas y Daños y para priorizar acciones de restauración ecológica en los territorios más afectados.

Aplicación de la metodología EDANA-C en eventos de incendios forestales por autoridades ambientales (2025)

Durante el año 2025, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible brindó asistencia técnica a diversas Corporaciones Autónomas Regionales y Autoridades Ambientales para la aplicación de la metodología EDANA-C en eventos de incendios forestales. Esta herramienta permitió cuantificar, de manera estandarizada, el área afectada y la valoración económica del daño ambiental, entendido como la pérdida de servicios ecosistémicos (regulación hídrica, calidad del aire, hábitat, fijación de carbono, entre otros), en ecosistemas estratégicos. Los resultados obtenidos, derivados de ejercicios de evaluación en campo y análisis de información geoespacial, se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 4-75. Áreas afectadas y valoración económica en Colombia 2025

Autoridad Ambiental	Evento	Área afectada (ha)	Valoración económica del daño ambiental (COP)
CAM	Incendio forestal	2.534,83	$35.466.800.188
Corpocesar	Incendio forestal	5.126,02	$30.392.670.873
CAR Cundinamarca	Incendio forestal	1.069,95	$4.456.262.151
Cormacarena	Incendio forestal	345,07	$2.264.291.144
Corponariño	Avenida torrencial*	657,36	$8.221.248.067
CRQ	Avenida torrencial*	2,13	$15.268.676
Cornare	Incendio forestal	0,60	$8.991.500
Corantioquia	Avenida torrencial*	145,18	$1.697.514.623
AMVA	Incendio forestal	92,94	$88.829.948
Total general		9.980,69 ha	$82.680.708.695

Fuente: Minambiente-DCCGRD (2026).

Nota: Aunque el evento principal fue avenida torrencial/erosión fluvial, estas evaluaciones se enmarcan en el mismo proceso de asistencia técnica EDANA-C y se incluyen a modo de contexto comparativo. El enfoque principal del análisis son los incendios forestales.

De acuerdo con la información reportada, el área total afectada por incendios forestales evaluada con EDANA-C durante 2025 asciende a 9.980,69 hectáreas, con una valoración acumulada del daño ambiental de ochenta y dos mil seiscientos ochenta millones setecientos ocho mil seiscientos noventa y cinco pesos ($82.680.708.695 COP).

Las corporaciones con mayor afectación por incendios fueron Corpocesar (5.126,02 ha) y CAM (2.534,83 ha), que en conjunto representan más del 76% del área total evaluada. Estos incendios ocurrieron principalmente en ecosistemas de bosque seco tropical y páramos, afectando servicios ecosistémicos críticos como la regulación hídrica, la provisión de hábitat para especies amenazadas y la fijación de carbono.

De manera general, la implementación de la metodología EDANA-C durante 2025, con asistencia técnica del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, demostró ser una herramienta útil para visibilizar y cuantificar los daños ambientales derivados de incendios forestales y otros eventos en el territorio colombiano. Los resultados obtenidos por las autoridades ambientales evidencian que los incendios forestales generan daños ambientales significativos y económicamente valorables, que superan en algunos casos los $35.000 millones por corporación (ej. CAM, Corpocesar), lo cual permite dimensionar la pérdida de capital natural y justificar la inversión en prevención, restauración y manejo del fuego.

La aplicación de la EDANA-C constituye un avance clave para superar la invisibilidad en el reporte de los daños por desastres en los ecosistemas, tradicionalmente relegados frente a los daños en infraestructura y vidas humanas y una oportunidad para los tomadores de decisiones y los mecanismos internacionales de financiamiento climático.

4.7.2.2. Migraciones por desastres y factores ambientales

Situación del desplazamiento por factores ambientales en Colombia

El desplazamiento por factores ambientales en Colombia afecta principalmente a las poblaciones más vulnerables, con menor capacidad de adaptación frente al cambio climático, los desastres y la degradación ambiental, lo que las obliga a abandonar sus hogares con pocas opciones de decisión, situación agravada por la pobreza, la marginación, la falta de infraestructura y debilidades en las políticas territoriales.

De acuerdo con el Centro de Monitoreo de Desplazamiento Interno (IDMC, por sus siglas en inglés), las cifras de 2024 dan cuenta de un número de 91.000 desplazamientos registrados aún, representa la tercera cifra más alta en más de una década. Los departamentos de Bolívar, Córdoba y Sucre se vieron particularmente afectados por las inundaciones entre mayo y julio. Estos mismos departamentos también sufrieron sequía, que provocó 7.900 desplazamientos, los primeros datos de desplazamiento por sequía reportados en el país. El departamento del Pacífico de Chocó también se vio significativamente afectado por las inundaciones de agosto y noviembre, que provocaron 29.000 desplazamientos. Las inundaciones en Chocó y otras partes del país llevaron al

gobierno a declarar el estado de desastre nacional el 13 de noviembre de 2024 (Internal Displacement Monitoring Centre, 2024).

Este fenómeno se explica por la alta exposición del país a amenazas climáticas, dado que más del 80 % de los desastres entre 1998 y 2023 fueron de origen hidrometeorológico (35 % por déficit de lluvias, 28 % por inundaciones, 18 % por movimientos en masa y 4 % por avenidas torrenciales) (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024b).

Colombia no es ajena a este desafío, es por ello que ha venido avanzando en el reconocimiento jurídico del desplazamiento forzado interno por factores ambientales como lo señala la Sentencia T-123 y recientemente la aprobación del proyecto de Ley 015-2024 Cámara y 425-2025 del Senado: “Por medio del cual se reconoce la condición de desplazamiento forzado interno por causas asociadas al cambio climático, la degradación ambiental y los desastres naturales, se fijan lineamientos para su identificación y se dictan otras disposiciones”, convirtiendo a Colombia en el primer país de América Latina en otorgar un reconocimiento jurídico explícito a esta realidad.

En esa línea, el Minambiente en convenio con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, llevó a cabo una consultoría cuyo resultado fue la elaboración de un documento denominado: "Hoja de ruta para la construcción de la política pública de desplazamiento interno asociado a desastres y eventos de evolución lenta" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD, 2026), este fenómeno, se desarrolla en un contexto donde el país ha enfrentado históricamente desplazamientos forzados por el conflicto armado, lo que hace aún más necesario construir mecanismos específicos para abordar de manera integral y sistémica las causas y las estrategias que busquen no sólo medidas asistencialistas sino soluciones duraderas, adaptadas y resilientes para las personas desplazadas por causas ambientales y climáticas.

Entre los principales resultados de esta consultoría se destaca:

a. La elaboración de un Marco conceptual para el Desplazamiento por Desastres y Eventos de Evolución Lenta, con base en estándares internacionales y jurisprudencia.
b. La definición de Criterios técnicos para identificar y registrar población afectada, con enfoque diferencial y de derechos.
c. El establecimiento de unos Principios de política pública: Derechos Humanos, enfoque diferencial (género, étnico, entre otros), participación y articulación institucional.
d. El planteamiento de cuatro Líneas estratégicas:

- Conocimiento: Sistemas de información y alertas tempranas.
- Gobernanza: Roles claros para Minambiente y entidades relacionadas.
- Gestión integral del desplazamiento: Prevención, respuesta y soluciones duraderas (ej. reasentamiento).
- Propuesta de un esquema de Gobernanza y financiamiento: Propuesta de mesa técnica interinstitucional y fuentes de financiamiento sostenible.

El documento aporta al reconocer explícitamente el desplazamiento inducido por factores ambientales como una pérdida autónoma, diferenciada del daño material. Al señalar que el fenómeno refleja la convergencia de factores ambientales, climáticos, sociales y de gobernanza que amplifican la vulnerabilidad de comunidades rurales, étnicas y urbanas, considerando el enfoque de género y diferencial. Lo anterior, evidencia que el desplazamiento no es solo una consecuencia, sino una pérdida en sí misma: la pérdida del hogar, del territorio, del arraigo y de los medios de vida (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD, 2026).

En segundo lugar, estos insumos permiten al país trascender la visión asistencialista de "damnificado temporal" hacia un enfoque de derechos humanos, alineado con los marcos internacionales de pérdidas y daños (como el Mecanismo de Varsovia y el Fondo de Pérdidas y Daños). El documento destaca que, gracias al Proyecto de Ley 425 de 2025 y 015 de 2024, "las personas afectadas por distintos eventos dejarán de ser consideradas únicamente como damnificados temporales y pasarán a ser reconocidas como víctimas con derechos" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD, 2026, p. 4). Este cambio conceptual es crucial para incluir el desplazamiento dentro de las pérdidas no económicas, ya que reconoce la afectación a derechos fundamentales como la identidad cultural, la cohesión social, la salud mental y la integridad personal.

En tercer lugar, el documento aporta herramientas concretas para la medición y gestión de estas pérdidas no económicas. Al proponer elementos orientadores para "definir los criterios que permitan identificar y reconocer cuándo una persona se encuentra en situación de desplazamiento", se sientan las bases para registrar no solo cuántas personas se desplazan, sino también la gravedad de su afectación: la pérdida de arraigo comunitario, la ruptura de redes de apoyo, la pérdida de conocimientos tradicionales asociados al territorio y la afectación a la salud mental derivada del desarraigo.

Finalmente, al articular la gestión del riesgo de desastres con la adaptación al cambio climático y el ordenamiento territorial, el documento proporciona una base técnica para que Colombia cumpla con los compromisos del Acuerdo de París en materia de pérdidas y daños. La propuesta de "soluciones duraderas" que incluyen la "reintegración, la reubicación y el retorno seguro" (Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD, 2026) aborda uno de los propósitos fundamentales de las pérdidas no económicas como es el de restaurar las condiciones de vida digna de las personas afectadas.

4.7.3. Actividades encaminadas a evitar, reducir al mínimo y afrontar las pérdidas y los daños relacionados con los efectos adversos del cambio climático

4.7.3.1. Fondo para la Respuesta a Pérdidas y Daños

El Fondo para Responder a las Pérdidas y los Daños (FRLD, por sus siglas en inglés), es un mecanismo acordado durante la COP27 realizada en el año 2022 y posteriormente operacionalizado en la COP28 de 2023, marcando un hito en el reconocimiento internacional de la necesidad de financiamiento específico para pérdidas y daños.

El FRLD fue creado mediante las decisiones 2/CP.27 y 2/CMA.4 como una de las entidades operativas del mecanismo financiero de la CMNUCC, para apoyar a los países en desarrollo en la atención de los impactos asociados al cambio climático que no han podido ser evitados mediante mitigación o adaptación. Dicho apoyo se realiza mediante la movilización de recursos financieros para realizar acciones de respuesta, recuperación y reconstrucción frente a pérdidas y daños.

Tiene como objetivos: proveer apoyo financiero en la fase inmediata posterior a eventos climáticos extremos; respaldar procesos de recuperación, reconstrucción y rehabilitación en el mediano y largo plazo; atender los impactos de evolución lenta del cambio climático; fortalecer la información sobre pérdidas y daños climáticos; y facilitar procesos de movilidad humana segura, digna y equitativa en contextos de desplazamiento, reubicación o migración forzada asociada a pérdidas y daños.

Colombia, mediante un proceso de articulación institucional, busca desarrollar acciones técnicas orientadas a consolidar información basada en evidencia, con el fin de sustentar solicitudes de financiamiento para la formulación y presentación de proyectos de alto impacto, alineados con la situación y las condiciones de vulnerabilidad del país.

4.7.3.2. Proyecto Nacional ante el Fondo de Respuesta para las Pérdidas y los Daños

La solicitud de financiamiento de Colombia ante el FRLD denominada "Reconstruir mejor con Justicia Climática para el departamento del Chocó", busca implementar una estrategia integral de recuperación resiliente y adaptada al cambio climático para responder a las pérdidas y daños ocasionados por eventos climáticos extremos y de evolución lenta en uno de los territorios más vulnerables del país.

La iniciativa se centra en el departamento del Chocó, una de las regiones más lluviosas del mundo, que cuenta con ríos caudalosos como el río Atrato que se desborda rápidamente, y una geografía de zonas bajas y selváticas rodeadas por la cordillera Occidental que dificulta su drenaje; a esto se suman suelos saturados, la deforestación que incrementa la escorrentía, los asentamientos en áreas inundables y la intensificación de las lluvias y los eventos extremos.

La iniciativa se fundamenta en un enfoque liderado por el país y orientado territorialmente, en coherencia con el marco legal e institucional de Colombia en materia de gestión del riesgo de desastres y acción climática.

El proyecto adopta un enfoque de implementación desde abajo hacia arriba, reconociendo a los municipios, organizaciones comunitarias y autoridades territoriales étnicas como actores centrales del proceso de recuperación.

En términos de resultados esperados, la propuesta responde directamente a las pérdidas y daños identificados en la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN) de 2025 realizada en el departamento. El proyecto contempla la recuperación de 7.449 viviendas dañadas o destruidas, la restauración de infraestructura crítica como instalaciones de salud, instituciones educativas, puertos fluviales, redes viales y sistemas de agua y saneamiento, así como la rehabilitación de aproximadamente 44.945 hectáreas de tierras productivas afectadas en el sector agropecuario. Estas intervenciones están orientadas a restablecer servicios esenciales, proteger los medios de vida y mejorar las condiciones de vida de las poblaciones más afectadas.

En línea con el enfoque integral de la recuperación, es fundamental incorporar la dimensión ambiental de los daños. Por ello, se toman como base los ejercicios realizados por CODECHOCÓ mediante la metodología de EDANA-C. En 2025, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible brindó asistencia técnica para la aplicación de esta metodología en la cuenca del río Andágueda (municipio de Bagadó, Chocó), con el objetivo de evaluar los daños ambientales ocasionados por las inundaciones de noviembre de 2024, con énfasis en el corregimiento de San Marino. Esta evaluación permitió generar una línea base para orientar acciones de restauración ecológica, gestión del riesgo y planificación territorial

con enfoque ecosistémico. Asimismo, se realizó una estimación económica de los daños ambientales y las pérdidas en términos de servicios ecosistémicos de provisión, así como de las necesidades ambientales para la recuperación. Los resultados de este ejercicio se integran en la presente propuesta para garantizar una rehabilitación integral del territorio.

Más allá de la recuperación inmediata, la iniciativa incorpora una visión de resiliencia de largo plazo, promoviendo procesos de reconstrucción que reduzcan la exposición y vulnerabilidad frente a futuros riesgos climáticos. Esto incluye la integración de SbN, restauración de ecosistemas, manejo de cuencas y planificación territorial con enfoque climático. Paralelamente, el proyecto fortalecerá las capacidades institucionales y comunitarias para la adaptación al cambio climático y la recuperación post desastre, contribuyendo al desarrollo de un modelo de gobernanza territorial que mejore la coordinación y la preparación frente a riesgos climáticos futuros.

4.7.3.3. Estrategia Nacional de Recuperación Resiliente y Adaptada al Cambio Climático

La creación de la Estrategia Nacional de Recuperación Resiliente y Adaptada al Cambio Climático con Enfoque Comunitario (ENRRACCEC) fue establecida como meta para la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y el DNP en el PND 2022-2026 y en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2030 (UNGRD & DNP, 2025). Su objetivo es establecer el marco de actuación nacional a nivel sectorial que brinde soporte e incidencia en los territorios para los procesos de recuperación pos-desastre con enfoque comunitario, definiendo las generalidades para la preparación y ejecución de dichos procesos y constituyéndose como insumo para el diseño futuro de instrumentos complementarios sectoriales y territoriales, entre ellos lineamientos sectoriales de recuperación, metodologías de evaluación de daños, pérdidas, riesgos asociados, necesidades e impactos pos-desastre, y mecanismos financieros y jurídicos específicos según la misionalidad de cada actor (UNGRD & DNP, 2025).

La ENRRACCEC organiza su contenido en un marco de referencia conceptual (recuperación, resiliencia, enfoque comunitario, planificación, principios y enfoques, y evaluación de necesidades como insumo de la recuperación), un componente de gobernanza (actores e instancias de coordinación, mecanismos financieros de orden nacional, territorial y sectorial, mecanismos jurídicos y declaratorias, e infraestructura resiliente) y un conjunto de guías de actuación para la preparación, ejecución y cooperación internacional en los procesos de recuperación (UNGRD & DNP, 2025). Entre sus principios rectores se retoman los definidos en el artículo 3 de la Ley 1523 de 2012 (sostenibilidad ambiental, participación, sistemicidad, coordinación, gradualidad, precaución, concurrencia y subsidiariedad), a los que se suma el diálogo de saberes con las comunidades.

Conviene precisar que, a la fecha de corte de este informe, la ENRRACCEC se encontraba en versión borrador, en proceso de socialización territorial y de adopción formal. Durante el primer semestre de 2025, la UNGRD adelantó ejercicios participativos con apoyo del PNUD en cinco municipios (Bello, Antioquia; Carmen del Darién, Chocó; Dosquebradas, Risaralda; Lebrija, Santander, y Mocoa, Putumayo) orientados a recoger las consideraciones comunitarias sobre los procesos de recuperación pos-desastre (UNGRD & DNP, 2025).

La estrategia plantea el objetivo y los pasos generales para realizar la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades, Pérdidas, Riesgos Asociados e Impactos (EDANPRI), definida como metodología propuesta por la propia ENRRACCEC para complementar la evaluación inicial de daños y necesidades (EDAN) con un análisis de mediano y largo plazo sobre los sectores económicos y sociales, la infraestructura física y el ambiente (UNGRD & DNP, 2025).

Su objetivo general es recopilar, sistematizar y orientar la toma de decisiones para la formulación de las líneas de intervención que se reflejarán en el Plan de Acción Específico para la Recuperación (PAE), a partir de las evaluaciones de daños, pérdidas, riesgos asociados, necesidades e impactos (UNGRD & DNP, 2025). Entre sus objetivos específicos se cuentan planear la ejecución de la recuperación y su estructura de coordinación, diseñar protocolos de articulación entre la UNGRD, los sectores y los entes territoriales, diseñar las metodologías de evaluación EDANPRI propias de cada sector, definir proyectos sectoriales tipo para la recuperación, e identificar de manera previa los mecanismos financieros y jurídicos para la recuperación del sector, municipio o departamento correspondiente.

La estrategia establece una armonización explícita entre el EDAN y la EDANPRI. El levantamiento del EDAN es responsabilidad de los alcaldes municipales o distritales, con apoyo de las entidades operativas, prestadoras de servicios locales, organizaciones comunitarias, academia y sector privado. Con base en la información del EDAN y del Registro Único de Damnificados (RUD), los Consejos Territoriales de Gestión del Riesgo de Desastres, con participación de las instancias sectoriales correspondientes, consolidan y validan la información reportada y realizan la estimación de efectos e impactos mediante la EDANPRI, considerando de manera exhaustiva las afectaciones a la infraestructura vital (vivienda, servicios públicos, componente institucional, turismo y comercio, accesibilidad y transporte), las dinámicas sociales, los medios de vida y la calidad de vida de los habitantes (UNGRD & DNP, 2025). Mientras el EDAN, junto con el RUD, constituye la base del Plan para la Respuesta a Emergencias (PRE), la EDANPRI alimenta el PAE de corto, mediano y largo plazo. La estrategia establece que todo proceso de recuperación derivado de una declaratoria de calamidad pública o de desastre deberá contar con un informe final de la EDANPRI, que

sirve tanto para establecer prioridades y rutas de acción como para identificar oportunidades de mejora en procesos futuros.

4.7.3.4. Estrategia Nacional de Protección Financiera frente a Riesgo de Desastres, Epidemias y Pandemias

Para este año 2026, Colombia publicará la Estrategia de Protección Financiera para el Sector Ambiente (EPFSA), consolidando un hito en la gestión de los recursos destinados a enfrentar los impactos climáticos. El país ha logrado avances significativos mediante el diseño y ejecución de diversas estrategias de protección financiera tanto a nivel sectorial como territorial, las cuales buscan fortalecer la resiliencia y asegurar la disponibilidad de fondos ante eventos desastrosos.

En este marco, para el sector ambiente se busca consolidar un documento técnico que integre los reportes generados a partir de la metodología de EDANA-C, permitiendo traducir los daños biofísicos en términos económicos para sustentar la toma de decisiones. Esta gestión se ve respaldada por una estructura de gobernanza robusta que integra el trabajo coordinado entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, permitiendo que el país cuente con un marco técnico y operativo sólido para sustentar solicitudes de financiamiento y abordar de manera integral los efectos adversos del cambio climático en los ecosistemas.

La implementación de la EPFSA se proyecta como un insumo importante para el BTR, al proporcionar datos estructurados sobre la movilización de recursos y la gestión proactiva de riesgos financieros ante desastres. Al reportar los avances de la EPFSA dentro del BTR, el país fortalece la transparencia en la sección de necesidades y apoyo recibido, así como en los capítulos de adaptación, demostrando cómo la integración de herramientas económicas permite una respuesta más eficaz frente a las pérdidas y daños. Este vínculo asegura que los esfuerzos nacionales por consolidar una arquitectura financiera climática sean visibilizados internacionalmente, facilitando el seguimiento del progreso hacia las metas de resiliencia y estabilidad financiera sectorial planteadas en el Acuerdo de París.

4.7.4. Arreglos institucionales para facilitar la ejecución de las actividades

4.7.4.1. NDC 3.0 (Pérdidas y daños)

Los compromisos del país en el marco de la NDC 3.0 incorporan el componente de pérdidas y daños dentro del componente de adaptación, con el propósito de evidenciar un avance en la evolución de la acción climática. Esto reconoce la existencia de impactos irreversibles derivados de las afectaciones crecientes asociadas a la ocurrencia de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos extremos en el país.

En la NDC 3.0 se incorpora una nueva dimensión orientada a las pérdidas y daños, lo cual contribuye a posicionar este tema de manera más explícita en la agenda internacional. Su inclusión permite reconocer no solo la creciente frecuencia e intensidad de los eventos extremos, sino también la relevancia de los eventos de inicio lento y los impactos acumulativos del cambio climático. Asimismo, pone de relieve la necesidad de desarrollar mecanismos que permitan evaluar, gestionar y atender de manera integral las pérdidas y daños asociados.

En este contexto, los sectores de Ambiente y Agricultura han avanzado en el desarrollo de metodologías para la evaluación de pérdidas y daños derivadas del cambio climático y los desastres. En particular, el sector Ambiente ha propuesto una medida orientada a la evaluación de daños y necesidades ambientales post desastre dentro del sistema de áreas protegidas, con el propósito de analizar los impactos sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y así orientar procesos de respuesta, recuperación y toma de decisiones.

Esta medida busca actualizar, estandarizar y validar los lineamientos de la metodología planteada, fortalecer las capacidades del Sistema de Parques Nacionales para implementar la metodología y facilitar la evaluación rápida de las pérdidas y daños post desastre en las áreas protegidas mediante un aplicativo web. En el caso del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, se cuenta con un compromiso asociado a pérdidas y daños que consiste en el desarrollo de un sistema de evaluación de daños y pérdidas para el sector agropecuario. Este constituye un compromiso nuevo que actualmente se encuentra en construcción.

4.7.4.2. Avances normativos

Colombia ha logrado un avance histórico en la consolidación de un marco jurídico y normativo que reconoce explícitamente la movilidad humana vinculada a factores ambientales. Este proceso responde a la necesidad de superar el déficit

de protección identificado por la Corte Constitucional, dado que el marco legal previo se orientaba fundamentalmente hacia las víctimas del conflicto armado, invisibilizando a quienes se ven forzados a desplazarse por los impactos del cambio climático y la degradación de los ecosistemas.

El hito más significativo en esta materia es la expedición de la Ley 2577 de 2026, cuyo trámite legislativo se originó en el Proyecto de Ley 015 de 2024 (Senado) y 425 de 2025 (Cámara), por medio del cual el Estado colombiano reconoce oficialmente la condición de desplazamiento forzado interno por causas asociadas al cambio climático, la degradación ambiental y los desastres naturales. La norma fue sancionada el 29 de mayo de 2026, tras su aprobación en cuarto debate por el Congreso de la República.

De acuerdo con el Artículo 2° de esta normativa, se define este fenómeno como la situación en la que: "las personas, grupos de personas o comunidades se ven en la obligación de salir de su hogar o de su lugar de residencia habitual como resultado o para evitar los efectos graves de factores ambientales, el cambio climático o los desastres naturales, que pongan en riesgo grave su vida, salud o integridad".

Este reconocimiento posiciona a Colombia como el primer país en América Latina en otorgar un estatus jurídico explícito a esta realidad, trascendiendo la categoría de "damnificado temporal" para reconocer a los afectados como sujetos con derechos que requieren soluciones duraderas de reubicación, retorno o integración.

Este marco legal se complementa y refuerza con la Sentencia T-123 de 2024, en la cual la Corte Constitucional reconoció que el desplazamiento interno en el país es multicausal y que los factores ambientales, ya sean eventos súbitos o procesos de evolución lenta como la erosión costera o la sequía, generan vulneraciones complejas de derechos humanos que deben ser abordadas con la misma urgencia que el desplazamiento derivado del conflicto armado. La Corte ha instado al Estado a desarrollar respuestas integrales y coordinadas que garanticen la protección de la población afectada y la recuperación de su arraigo territorial.

Para la operatividad de estos avances, la Ley 2577 de 2026 estableció la creación del Registro Único de Desplazamiento Ambiental, administrado por la UNGRD. Este instrumento es fundamental para la gestión de pérdidas y daños no económicas, ya que permitirá identificar y caracterizar a las personas, familias y comunidades afectadas, incluyendo un enfoque diferencial para grupos étnicos y la protección de sus animales domésticos y unidades productivas, para orientar la política pública y el acceso a medidas humanitarias de emergencia y soluciones habitacionales dignas.

En el ámbito interamericano, este desarrollo interno se ve reforzado por la Opinión Consultiva OC-32/25 de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, solicitada conjuntamente por Chile y Colombia el 9 de enero de 2023 con fundamento en el artículo 64.1 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos. El proceso, que contó con la participación de 613 actores a través de 263 escritos y dos audiencias públicas celebradas en Barbados y Brasil, constituyó el primer pronunciamiento de un tribunal regional de derechos humanos sobre emergencia climática. La Opinión, adoptada el 29 de mayo de 2025 y notificada el 3 de julio del mismo año, estableció obligaciones estatales reforzadas frente a la crisis climática desde una perspectiva de derechos humanos, consolidando en el plano interpretativo regional los desarrollos normativos internos en materia de movilidad humana asociada al cambio climático.

Finalmente, estos avances normativos se articulan con la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050 y la NDC 3.0, integrando la movilidad humana como un eje estratégico para la gestión de los impactos climáticos y facilitando el acceso a mecanismos de financiamiento internacional, como el Fondo para la Respuesta a Pérdidas y Daños.

4.7.4.3. Gobernanza de pérdidas y daños ante el fondo de respuesta para las Pérdidas y los Daños

Actualmente, Minambiente participa en los espacios de revisión técnica y toma de decisiones en el marco de la gobernanza del Fondo, a través de su rol dentro del Comité Técnico, el Comité Directivo y como Secretaría Técnica Nacional.

Por su parte, el DNP, el Minambiente, y la UNGRD conforman la estructura nacional de gobernanza del FRLD, desarrollando labores intersectoriales de manera coordinada, articulada y alineada con las directrices del Fondo. Estas entidades desempeñan funciones específicas para la obtención, gestión y orientación de los recursos. En particular, la Autoridad Nacional Designada (AND), como instancia de interlocución oficial con el Fondo, será ejercida por el DNP durante el primer año (2026) y rotará posteriormente, en orden alfabético, entre las entidades que conforman el esquema de gobernanza. La Secretaría Técnica Nacional, responsable de la coordinación operativa y el soporte técnico, será liderada por el Ministerio de Ambiente durante un periodo de dos años, con vocación de permanencia, sujeto a revisión posterior. Asimismo, el Comité Nacional del FRLD, como instancia de orientación estratégica y priorización, analizará, evaluará y consolidará las decisiones a ser transmitidas a la AND. Finalmente, las entidades acreditadas e implementadoras serán responsables de la ejecución de los recursos y de la implementación de las iniciativas financiadas.

Se espera que las labores y gestiones adelantadas por Colombia, a través de su estructura de gobernanza ante el Fondo para Responder a Pérdidas y Daños, permitan la obtención de recursos para abordar, mediante proyectos, las

pérdidas y los daños derivados de eventos desastrosos ocurridos en el país como consecuencia del cambio climático.

4.7.4.4. Consultoría pérdidas y daños PNUD - Minambiente

Con apoyo de Promesa Climática, la iniciativa global más grande del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para apoyar a los países en el diseño, la actualización y la implementación de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), en el marco del Acuerdo de París, Colombia, ha avanzado en la actualización y construcción de la NDC 3.0, garantizando que se incorporen enfoques transversales como género, pueblos indígenas, juventudes y transición justa, fortalecer las capacidades institucionales y técnicas para implementar las metas de mitigación y adaptación, acompañar a los territorios en la identificación de medidas climáticas alineadas con las NDC, reconociendo la diversidad de ecosistemas y contextos socioeconómicos y movilizar financiamiento climático y cooperación internacional hacia las prioridades nacionales y locales.

Colombia también reconoce que el cambio climático genera impactos inevitables que superan las capacidades de mitigación y adaptación, especialmente en poblaciones y ecosistemas vulnerables. De acuerdo con el Artículo 8 del Acuerdo de París y las decisiones de la COP27 y COP28 (1/CMA.5 y 2/CMA.5), es prioritario fortalecer las capacidades nacionales para gestionar pérdidas y daños climáticos, entendidos como aquellos impactos residuales que ocurren cuando la adaptación no es suficiente o posible.

En este marco, la Promesa Climática del PNUD se ha convertido en un aliado estratégico para que Colombia: integre la gestión de pérdidas y daños en su política climática, a través del fortalecimiento del SNICC, refuerce los componentes de Monitoreo y Evaluación (M&E) de la adaptación y el SIIVRA, identifique límites de la adaptación, sistematice casos de daños climáticos observados y proyectados, y evalúe las brechas de medios de implementación y comunicar estas necesidades y avances en sus informes internacionales.

Por lo anterior, reconociendo que la gestión de pérdidas y daños es un pilar fundamental para la resiliencia del país, en el mes de abril de 2025 se dio inicio a una consultoría en materia de Perdidas y daños la cual tiene por objetivo principal, consolidar un marco de capacidades técnicas, institucionales y operativas entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y los sectores clave (Transporte, Salud, Agricultura, Minas y Energía, Vivienda y Educación), que permita abordar integralmente las pérdidas y daños derivados del cambio climático, en conexión con los límites de la adaptación al cambio climático y las trayectorias de resiliencia climática establecidas en la E2050.

4.7.4.5. Negociaciones Internacionales

Colombia ha desempeñado un papel fundamental en las negociaciones de pérdidas y daños, liderando desde la COP27 el llamado a la creación de un fondo específico y logrando, como representante de Latinoamérica en el Comité de Transición de la COP28, que este se operativizara para compensar los estragos climáticos inevitables. Esta postura se ha mantenido firme en las siguientes COP (29 y 30), donde el país ha exigido que el financiamiento sea real y suficiente frente a impactos críticos como el derretimiento de glaciares, el blanqueamiento de corales y la erosión costera. Bajo este enfoque, Colombia ha integrado formalmente el concepto en su NDC 3.0, priorizando no solo la infraestructura, sino también las pérdidas no económicas como el patrimonio cultural, la biodiversidad y el desplazamiento forzado por desastres climáticos, un fenómeno ya reconocido judicialmente a nivel nacional.

Con respecto a la Red de Santiago y el Mecanismo Internacional de Varsovia (WIM), Colombia se ha centrado en su posición en transformar estos instrumentos de espacios de diálogo técnico en herramientas de acción climática directa y financiamiento efectivo. Colombia considera que el WIM, creado en 2013, es el eje central para abordar las pérdidas y daños, pero ha presionado para que su enfoque evolucione más allá del simple intercambio de conocimientos hacia el apoyo tangible. En este contexto, el país ha sido un defensor clave de la Red de Santiago, impulsando su rápida operatividad para que funcione como el brazo técnico que conecte a las comunidades vulnerables con asistencia especializada y recursos.

Como parte de su estrategia en las COPs recientes, Colombia ha planteado una coordinación más estrecha entre el WIM, la Red de Santiago y el Fondo de Pérdidas y Daños con el fin de reducir la duplicación de esfuerzos y garantizar que la asistencia técnica de la Red de Santiago facilite el acceso real a los recursos del FRLD. Esta postura busca que la Red de Santiago deje de ser solo una plataforma de expertos y se convierta en el catalizador que ayude al país a gestionar riesgos complejos, como la movilidad humana por desastres y la pérdida de biodiversidad.

4.8. Cooperación, buenas prácticas, experiencias y lecciones aprendidas

La cooperación internacional ha contribuido al fortalecimiento de capacidades, herramientas e intervenciones de adaptación al cambio climático en Colombia. Sin embargo, su valor para el reporte de transparencia no se limita al número de proyectos o al monto movilizado, sino a los aprendizajes que deja para mejorar la

planificación, la implementación, el seguimiento y la sostenibilidad de las medidas de adaptación.

Esta sección presenta la cooperación, las buenas prácticas, las experiencias y las lecciones aprendidas como insumos para la mejora continua. Para ello, diferencia entre: i) cooperación recibida para fortalecer capacidades e implementar medidas; ii) mecanismos para compartir información y aprendizajes; iii) experiencias que pueden considerarse buenas prácticas cuando cuentan con evidencia suficiente; y iv) lecciones que deben orientar el diseño de nuevos proyectos, especialmente en materia de monitoreo, evaluación, participación comunitaria, sostenibilidad financiera y articulación con los instrumentos nacionales, sectoriales y territoriales.

Las experiencias aquí descritas no deben entenderse como modelos replicables de forma automática. Su posible adaptación a otros territorios depende de las condiciones climáticas, sociales, institucionales, financieras y culturales de cada contexto.

Las experiencias revisadas muestran que la cooperación internacional ha aportado capacidades, metodologías, medidas territoriales y aprendizajes para la adaptación en Colombia. Sin embargo, también evidencian que la efectividad de la cooperación depende de condiciones que deben incorporarse desde el diseño: objetivos climáticos claros, líneas base, indicadores de resultado, participación incidente, sostenibilidad financiera y articulación con los instrumentos territoriales, sectoriales y nacionales. El siguiente ciclo de cooperación debe pasar de financiar proyectos aislados a fortalecer sistemas de aprendizaje, seguimiento y escalamiento que permitan demostrar cómo las medidas reducen vulnerabilidad y riesgo climático.

4.8.1. Información relacionada a cooperación

Colombia ha consolidado una cartera diversa de cooperación internacional orientada a fortalecer sus capacidades de adaptación al cambio climático, con el concurso de organismos multilaterales, banca de desarrollo, cooperación bilateral y mecanismos regionales. La Oficina de Asuntos Internacionales (OAI) de Minambiente ha sistematizado el seguimiento de esta cartera, identificando en el periodo de reporte un conjunto ampliado de proyectos respecto del inventario de 43 iniciativas finalizadas reportado en el 1BTR (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

4.8.1.1. Cooperación multilateral y con banca de desarrollo

Entre los proyectos emblemáticos ejecutados o en fase avanzada de implementación durante el periodo de reporte, se destacan tres iniciativas que ilustran la diversidad temática, geográfica y de arreglos institucionales de la cooperación recibida.

El Proyecto de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de los Andes (AICCA), financiado por la CAF y el GEF con un presupuesto de USD 1,84 millones e implementado entre 2018 y 2022, empleó el enfoque de AbE en la cuenca hidrográfica del Lago de Tota. Las medidas implementadas incluyeron restauración de áreas ecológicas para la conservación del agua, instalación de sistemas de recolección y almacenamiento de agua de lluvia, e implementación de prácticas agrícolas sostenibles y resilientes al clima. El proyecto fue ejecutado por CONDESAN con los puntos focales del IDEAM y Minambiente, y sus resultados son replicables en otras cuencas hidrográficas del país (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

El Proyecto de Adaptación a los Impactos Climáticos en Regulación y Suministro de Agua en el Área Chingaza-Sumapaz-Guerrero, financiado por el BID y el GEF con USD 15,62 millones (2018-2022), se orientó a fortalecer la capacidad de regulación hidrológica en los ecosistemas de alta montaña que abastecen de agua a Bogotá y municipios aledaños. Este proyecto, ejecutado por Conservación Internacional, implementó restauración ecológica y manejo sostenible de cuencas hídricas, planes de uso de suelo con proyecciones de cambio climático, y modelación hidrológica incorporando mapas de riesgo y vulnerabilidad. Entre 2023 y 2024 se observaron gestiones relacionadas con el impacto del fenómeno El Niño (ENOS) y la reducción de precipitaciones que afectaron cuencas y ecosistemas estratégicos para la seguridad hídrica de la capital y municipios aledaños (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).El Proyecto Binacional de Adaptación al Cambio Climático Colombia-Ecuador, financiado por el Fondo de Adaptación con USD 8 millones e implementado entre 2018 y 2024 por el Programa Mundial de Alimentos (PMA), se orientó a la construcción de capacidades de adaptación a través de acciones de seguridad alimentaria y nutrición en comunidades vulnerables afrodescendientes y Awá de la zona fronteriza. Los resultados incluyen la aplicación de 71 Planes de Acción ante el Cambio Climático (PACC), la provisión de 2.258 huertos familiares, la conservación y restauración de cerca de 1.500 hectáreas de manglares, y la selección de 112 especies nativas resistentes para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Adicionalmente, se encuentran en ejecución proyectos de escala significativa como el Programa Mojana Clima y Vida (2018-2026), financiado por el Fondo de Adaptación e implementado por el PNUD, y los proyectos Amazonía Sostenible

para la Paz (2017-2024), Corazón de la Amazonía (2021-2026) y Amazonía Mía (2021-2026), que abordan la adaptación en ecosistemas tropicales con énfasis en conservación y restauración. En el ámbito marino-costero, se destaca el Proyecto MAbE de Adaptación basada en Ecosistemas contra la Erosión Costera (2021-2023), ejecutado en colaboración con el Gobierno de Alemania y KfW bajo la Iniciativa Climática Internacional (IKI), que implementó once iniciativas de AbE en La Guajira, Magdalena, Córdoba y Antioquia (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

El proyecto SolNatura (2022-2028), implementado por el consorcio GIZ, The Nature Conservancy y Fondo Acción, representa una iniciativa de referencia para la formulación, implementación y seguimiento de SbN en los departamentos de Santander, Huila y Córdoba, con el objetivo de transformar territorios para que sean más resilientes, biodiversos y bajos en carbono, alineándose con el cumplimiento de la NDC (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

4.8.1.2. Cooperación regional y Sur-Sur

Colombia participa activamente en mecanismos de cooperación regional que fortalecen la base científica y las capacidades institucionales para la adaptación. En el marco de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), el país ha contribuido a la Plataforma Regional Amazónica de Pueblos Indígenas y Cambio Climático (PRA) y entregó el estudio de país sobre los conocimientos, experiencias y buenas prácticas de los pueblos indígenas en relación con el cambio climático. Asimismo, la aprobación del Decreto 1275 de 2024, que establece normas para el funcionamiento de los territorios indígenas en materia ambiental y otorga competencias ambientales a las autoridades indígenas, representa un avance normativo que amplía las condiciones habilitantes para la integración de conocimientos tradicionales en la acción climática (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024a).

En materia de observación oceánica, Colombia participa en el Programa de Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN) junto con Ecuador, Perú y Chile, cuyo desarrollo y valor adaptativo se describen en detalle más adelante en esta sección, en el marco de la cooperación para reforzar los fundamentos científicos e institucionales de la adaptación.

El proyecto ENANDES (Enhancing Adaptive Capacity of Andean Communities through Climate Services), en el que Colombia participa junto con Chile, Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina bajo la coordinación de la OMM, ha fortalecido la capacidad de pueblos indígenas y campesinas del departamento del Cauca para adaptarse a la variabilidad y el cambio climático. En Colombia, el proyecto se ejecuta en los municipios de Popayán, Totoró y Puracé, y ha logrado la conformación de ocho Mesas Agroclimáticas Comunitarias, la capacitación de

918 participantes de pueblos indígenas y comunidades campesinas, la instalación de 11 pluviómetros voluntarios vinculados a la red Volunclima del CIIFEN, y el fortalecimiento de 15 grupos comunitarios de Sistemas de Alerta Temprana (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

El país forma parte también de la Red Latinoamericana de Agencias de Innovación (RELAI), integrada por representantes de 14 agencias de innovación, en cuya última reunión anual se abordó específicamente el impulso de estrategias para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades relacionadas con el cambio climático en América Latina y el Caribe (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

4.8.1.3. Cooperación técnica para el fortalecimiento de la gestión nacional del cambio climático (2024-2025)

En el período 2024-2025, el país recibió cooperación internacional de carácter técnico y de fortalecimiento de capacidades en materia de adaptación al cambio climático, mediante el Minambiente. Esta cooperación se articuló a través de cuatro iniciativas activas, de un total de 14 iniciativas de cooperación recibidas en materia de cambio climático, implementadas mediante mecanismos de asistencia técnica especializada, consultorías contratadas en el marco de proyectos de cooperación de mayor alcance, y esquemas de cooperación técnica y cofinanciación bilateral y multilateral.

El apoyo recibido no se materializa como transferencias financieras directas al presupuesto nacional, sino principalmente como servicios técnicos especializados, productos de conocimiento estratégico, fortalecimiento institucional y gestión del conocimiento. A diferencia del listado anterior, que recoge la cartera amplia de cooperación en adaptación gestionada por la OAI a nivel ministerial, la siguiente tabla consolida específicamente las 4 iniciativas de cooperación internacional con actividades en el período 2024-2025 que tuvieron como punto focal directo a la DCCGR, entre las cuales se incluye nuevamente el proyecto SolNatura por constituir, además de un antecedente de cooperación multilateral relevante para el país, una fuente activa de asistencia técnica para esa dirección durante el período de reporte.

Tabla 4-76. Iniciativas de cooperación a través de Minambiente

N°	Proyecto / Iniciativa	Cooperante / Implementador	Temática	Tipo de apoyo	Objeto	Duración	Período
1	Proyecto Promesa Climática	PNUD / CAEM	Pérdidas y Daños	Consultoría especializada	Fortalecer capacidades técnicas, institucionales y operativas del Minambiente, IDEAM, UNGRD y ministerios sectoriales para abordar pérdidas y daños, límites de la adaptación y trayectorias de resiliencia (E2050).	9 meses	Abril 2025 – enero 2026
2	Trayectorias de Adaptación y Resiliencia (sin nombre oficial)	Plataforma 2050 Pathways – Fundación Europea del Clima / Consorcio Atlantic Council – Strata Advisors	Adaptación	Consultoría especializada	Identificación de trayectorias de adaptación y resiliencia, y definición de una meta nacional cuantitativa de adaptación alineada con la Meta Global de Adaptación (OGA).	8 meses	Dic 2025 – Jul 2026
3	SolNatura – Soluciones basadas en la Naturaleza	BMUV / GIZ, TNC, Fondo Acción	Adaptación / SbN / Gobernanza territorial	Coop. técnica + cofinanciación	Fortalecer la implementación de SbN y la resiliencia climática territorial, incluyendo PIGCCT y Red Nacional SbN.	2022-2028	2022-2028
4	PIGCCT Bolívar y Buenaventura	PNUD	Adaptación / Planificación territorial	Fortalecimiento de capacidades	Fortalecer capacidades territoriales para la planeación y gestión climática mediante instrumentos de política territorial.	2024-2025	2024-2025

Fuente: Minambiente OAI, 2026.

Cooperantes

En el período 2024-2025, la cooperación internacional recibida por la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en materia de adaptación al cambio climático se articuló a través de tres cooperantes principales, que en conjunto respaldan las 4 iniciativas de adaptación reportadas. El PNUD constituye el socio técnico de mayor presencia con dos iniciativas y una participación del 50% del total, cubriendo el fortalecimiento de capacidades para abordar pérdidas y daños, y la planificación climática territorial. Le siguen, cada uno con una iniciativa y una participación equivalente del 25%, la Plataforma 2050 alojada en la Fundación Europea del Clima, especializada en la identificación de trayectorias de adaptación y resiliencia, y el programa SolNatura (BMUV/GIZ/TNC/Fondo Acción), orientado al fortalecimiento de las SbN y la gobernanza climática territorial.

Tabla 4-77. Participación de los cooperantes

Cooperante	N° Iniciativas	Participación
PNUD	2	50%
Plataforma 2050 Pathways	1	25%
BMUV / GIZ / TNC / Fondo Acción	1	25%

Fuente: Minambiente OAI, 2026

En las iniciativas de adaptación, la modalidad predominante es la consultoría especializada, que concentra el 50% de las iniciativas, seguida en proporciones iguales por la cooperación técnica con cofinanciación y el fortalecimiento de capacidades, cada una con el 25% restante.

Cooperación técnica recibida por área temática

La cooperación internacional recibida por la DCCGR en materia de adaptación al cambio climático en el período 2024-2025 refleja las prioridades estratégicas de Colombia definidas en la NDC 2.0, la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050 y el objetivo Global de Adaptación (OGA). Las 4 iniciativas de adaptación se distribuyen en tres líneas de trabajo complementarias: dos iniciativas (50% del subportafolio) abordan la adaptación y resiliencia territorial e institucional, a través de SbN y los PIGCCT; una iniciativa (25%) atiende específicamente las pérdidas y daños asociados al cambio climático, fortaleciendo capacidades técnicas e institucionales del Minambiente, IDEAM, UNGRD y ministerios sectoriales; y una iniciativa (25%) está dedicada a la identificación de trayectorias de adaptación y a la definición de una meta nacional cuantitativa alineada con el OGA. Esta distribución evidencia un enfoque de adaptación que combina la atención a los impactos ya materializados (pérdidas y daños) con la planificación prospectiva de mediano y largo plazo (trayectorias y metas), sin descuidar la implementación territorial concreta a través de instrumentos de política y soluciones basadas en los ecosistemas.

Tabla 4-78. Área temática abarcada en los proyectos de cooperación

Temática	N° Iniciativas	%
Adaptación y resiliencia (SbN, planificación territorial)	2	50%
Pérdidas y Daños	1	25%
Definición de meta de adaptación (OGA)	1	25%

Fuente: Minambiente OAI, 2026

4.8.2. Esfuerzos para compartir información, buenas prácticas y lecciones aprendidas

4.8.2.1. Ciencia, planificación y políticas pertinentes para la adaptación

El seguimiento y la evaluación de los procesos y medidas de adaptación al cambio climático en Colombia se articulan de manera multinivel (nacional, sectorial y territorial) bajo las directrices del SISCLIMA. En el ámbito nacional, el DNP y Minambiente presentaron ante la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) la metodología del Plan de Implementación y Seguimiento (PdIS), la cual fue aprobada para el seguimiento de las metas y medidas de la NDC, de conformidad con la Ley 2169 de 2021. En el marco de esta metodología, las entidades responsables de los compromisos formulan los instrumentos de seguimiento correspondientes al Plan de Implementación (PdI) y la Ficha Técnica de Producto y/o Resultado (FT P/R), los cuales una vez aprobados por el Minambiente y el DNP respectivamente, realizan el reporte de los avances a través de la plataforma +Clima, herramienta que centraliza la información de seguimiento y facilita el monitoreo, la visualización de resultados y el acceso a la información sobre la implementación de la acción climática en Colombia (Departamento Nacional de Planeación, 2024a).

En complementariedad, Minambiente ha desarrollado la Herramienta para la acción climática (HaC), una plataforma en línea concebida para centralizar el acceso a datos oficiales y operar como el instrumento institucional de divulgación de buenas prácticas, experiencias y lecciones aprendidas en resiliencia territorial. La HaC proyecta la visualización interactiva de información histórica y proyectada de vulnerabilidad y riesgo climático, integrando los resultados de los diversos instrumentos de planificación regional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, n.d.). Adicionalmente, el país trabaja en el compromiso de contar con un SNICC operativo a partir de 2028, con su sistema de MEL de la adaptación y la plataforma SIIVRA como herramienta para su operativización (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

4.8.2.2. Integración de las medidas de adaptación en la planificación multinivel

En el ámbito sectorial, el DNP y Minambiente lideran el diseño de lineamientos metodológicos que viabilizan el seguimiento, la evaluación y la articulación de los PIGCCS con otros instrumentos de planificación del territorio y del desarrollo. En la dimensión subnacional, Minambiente orienta la implementación de la guía técnica para los PIGCCT, cuyo despliegue opera como un mecanismo estratégico para la identificación, sistematización y transferencia horizontal de buenas prácticas locales de adaptación entre regiones (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024). Estos instrumentos integran diagnósticos específicos sobre brechas de financiamiento, transferencia tecnológica y fortalecimiento de capacidades, facilitando la estructuración de necesidades y la priorización de medidas de resiliencia basadas en las realidades y contextos de cada territorio.

4.8.2.3. Cooperación para reforzar los fundamentos científicos e institucionales

Con el objetivo de robustecer la toma de decisiones basada en la evidencia, Minambiente ha consolidado alianzas estratégicas con la academia, centros de investigación y organismos de cooperación internacional. En este marco se destaca el fortalecimiento del IDEAM como autoridad técnica en materia de información climática, y la consolidación de las redes de investigación del SINA. Esta sinergia científica ha permitido la generación y difusión de productos de alto nivel estratégico a nivel nacional e internacional, entre los cuales se incluyen: escenarios de cambio climático para Colombia bajo los marcos SSP del IPCC AR6, los boletines agroclimáticos nacionales y regionales, y los informes de evaluación de vulnerabilidad y riesgo climático, para nutrir los reportes de transparencia y los ejercicios de cooperación Sur-Sur (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

4.8.2.4. Cooperación regional para la observación oceánica con fines de adaptación: Programa ERFEN y Comisión Permanente del Pacífico Sur

Colombia participa activamente en el Programa de Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), instrumento de cooperación multilateral coordinado por la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), del que también forman parte Ecuador, Perú y Chile. El programa, creado en 1974 y formalizado mediante el Protocolo sobre el Programa ERFEN en 1992, establece compromisos de vigilancia integrada océano-atmosférica a través de estaciones fijas y cruceros oceanográficos coordinados entre los Estados miembros (Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2007). En su artículo V, literal a, el Protocolo define

explícitamente la obligación de implementar un monitoreo periódico conjunto de las variables climáticas relevantes para la predicción del ENOS, con fines que trascienden la ciencia básica y sirven directamente al diseño de medidas de adaptación y gestión del riesgo climático en los cuatro países.

La contribución nacional al programa se materializa en los cruceros oceanográficos regionales conjuntos, iniciados en 1998 y realizados anualmente desde entonces con participación sincrónica de los cuatro Estados miembros. Para 2024, Colombia había participado en las veintisiete ediciones consecutivas del crucero regional conjunto, aportando observaciones en la Cuenca Pacífica Colombiana a través de la Dirección General Marítima (DIMAR) y el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP) (Dirección General Marítima, 2025). En 2023, Colombia asumió la coordinación regional del XXVI Crucero Regional Conjunto, lo que implicó la integración, armonización y análisis de la información generada por los cuatro países, la consolidación de bases de datos multinacionales y la aplicación de metodologías comparables bajo estándares internacionales de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (COI-UNESCO) y los lineamientos técnicos del Grupo de Trabajo Especializado en Bases de Datos de Cruceros Regionales (GTE-BD) de la CPPS (Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2023).

El valor adaptativo de esta cooperación Sur-Sur se concreta en cuatro aportes al país. En primer lugar, la interoperabilidad de los datos oceanográficos entre los Estados miembros permite comparar condiciones a escala transnacional y caracterizar la evolución espacial del ENOS antes de su manifestación local, insumo crítico para los sistemas de alerta temprana nacionales articulados entre DIMAR, el IDEAM y la UNGRD. En segundo lugar, el intercambio científico asociado al programa fortalece las capacidades técnicas e institucionales para la modelación climática, la calibración de pronósticos subestacionales y estacionales, y la validación de modelos oceánicos, con beneficios directos para la planificación sectorial en pesca, agricultura, energía y gestión del riesgo. En tercer lugar, la información recolectada por Colombia alimenta redes climáticas internacionales y bases de datos oceánicas empleadas por centros mundiales de predicción, de modo que el conocimiento generado en el Pacífico colombiano retorna al país en forma de productos de predicción mejorados. En cuarto lugar, la participación en el programa ha facilitado la transferencia de buenas prácticas en control de calidad de datos, metadatos estandarizados y aseguramiento metodológico, que se han incorporado progresivamente a los sistemas nacionales de observación sistemática.

Esta iniciativa responde de manera directa a las orientaciones del literal a) del párrafo 116 de las MPG, en particular a los incisos (i) sobre ciencia, planificación y políticas pertinentes para la adaptación, y (iv) sobre cooperación para compartir información y reforzar los fundamentos científicos, las instituciones y la labor de adaptación (United Nations, 2019). Asimismo, constituye un ejemplo consolidado de cooperación Sur-Sur entre países en desarrollo con desafíos climáticos

compartidos, en línea con el artículo 7 del Acuerdo de París sobre cooperación internacional en adaptación (United Nations, 2015b) y con el fortalecimiento institucional impulsado por el Marco de Adaptación de Cancún (Convención Marco sobre el Cambio Climático, 2011).

4.8.3. Buenas prácticas identificadas

A partir de la experiencia acumulada en la formulación e implementación de medidas de adaptación al cambio climático, Colombia ha consolidado un conjunto de buenas prácticas con alto potencial de replicabilidad para la comunidad internacional, en particular para países en desarrollo con condiciones de vulnerabilidad y desafíos de gobernanza similares.

4.8.3.1. Gobernanza multinivel para la gestión del cambio climático

La arquitectura institucional del SISCLIMA, articulada en torno a la CICC en el nivel nacional y los NRCC en el nivel subnacional, constituye una buena práctica de gobernanza climática multinivel. En este marco se destaca como hito, la creación del Grupo de Trabajo para la Adaptación y la Resiliencia Climática en el marco de la CICC (Acuerdo 009 de 2022), el cual institucionaliza la articulación permanente entre el Minambiente, el DNP, la UNGRD y el IDEAM, sumando la participación de sectores estratégicos (agricultura, vivienda, salud, energía y educación). Este modelo viabiliza la traducción de las directrices y metas nacionales hacia acciones territoriales concretas a través de los PIGCCS y PIGCCT, salvaguardando la heterogeneidad y especificidades locales (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

4.8.3.2. Adaptación basada en ecosistemas (AbE) y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)

La implementación de medidas de AbE en diversos ecosistemas estratégicos del país (desde la alta montaña andina hasta zonas costeras y los manglares del Pacífico y el Caribe), demuestra la versatilidad de este enfoque para abordar simultáneamente la reducción del riesgo climático, la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos.

Entre las experiencias más destacadas se encuentran el proyecto AICCA en la cuenca del lago de Tota; el proyecto Chingaza–Sumapaz–Guerrero, enfocado en ecosistemas de páramo; el proyecto MAbE en la zona costera del Caribe; y el proyecto SolNatura, implementado en tres departamentos con ecosistemas contrastantes, cuyas lecciones aprendidas ofrecen referentes para la implementación de medidas de adaptación en distintos contextos territoriales.

Asimismo, la adopción del enfoque de SbN como eje articulador de la política de adaptación representa una apuesta estratégica alineada con el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal y con las orientaciones del Sexto Informe de Evaluación (AR6) del que reconocen el papel fundamental de los ecosistemas en la reducción del riesgo climático, el fortalecimiento de la resiliencia y la generación de beneficios múltiples para la sociedad y la naturaleza (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

4.8.3.3. Integración de la adaptación con la gestión del riesgo de desastres

La articulación entre el SISCLIMA y el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), representa una experiencia valiosa de convergencia política y operativa, sustentada normativamente en la Ley 1523 de 2012, que establece la política nacional de gestión del riesgo de desastres, y en la Ley 1931 de 2018, marco de la gestión del cambio climático en el país (Congreso de Colombia, 2012, 2018). La armonización metodológica entre los PIGCCT y los Planes Departamentales de Gestión del Riesgo permite el abordaje conjunto de amenazas asociadas a fenómenos meteorológicos extremos (eventos de inicio rápido) y a procesos de evolución lenta (eventos de inicio lento), promoviendo una gestión prospectiva del riesgo a nivel subnacional. Esta convergencia institucional se materializa de forma concreta en la ENRRACCEC, instrumento que articula los procesos de recuperación posdesastre con los marcos vigentes de planificación climática y territorial, situando la adaptación como criterio transversal de la reconstrucción y no como un componente adicional y desarticulado de esta. En conjunto, estos arreglos ilustran cómo la coordinación entre los sistemas de gestión del riesgo y de cambio climático puede constituirse en una experiencia de gobernanza climática integrada, con potencial de sistematización para su intercambio en espacios de cooperación internacional.

4.8.3.4. Incorporación de conocimientos tradicionales y enfoque diferencial

Las experiencias de los proyectos Binacional Colombia-Ecuador y ENANDES en el Cauca han demostrado el valor de incorporar los conocimientos de pueblos indígenas y comunidades locales en el diseño e implementación de medidas de adaptación. La integración de saberes ancestrales con información técnica hidrometeorológica, particularmente a través de las Mesas Agroclimáticas Comunitarias, la validación de pronósticos mediante bioindicadores identificados por las comunidades, y el empoderamiento de las mujeres en las actividades de adaptación local, constituyen prácticas que fortalecen la apropiación comunitaria y la sostenibilidad de las intervenciones (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

4.8.3.5. Carbono azul como mecanismo de sostenibilidad financiera para la adaptación costera

El programa Vida Manglar, liderado por el INVEMAR junto con Conservación Internacional, la CVS, CARSUCRE y el Ministerio de Ambiente, en articulación con comunidades locales del Golfo de Morrosquillo y la bahía de Cispatá, constituye una buena práctica con potencial de replicabilidad en materia de adaptación costera, mitigación de emisiones y sostenibilidad financiera de las medidas basadas en ecosistemas. La iniciativa fue estructurada con información técnica generada durante 2013 y certificada bajo los estándares internacionales Verified Carbon Standard (VCS) y Climate, Community and Biodiversity Standards (CCB) de Verra, lo que la posiciona como el primer proyecto de carbono azul implementado en Colombia y uno de los primeros en el Caribe (Conservación Internacional et al., 2019).

El proyecto se orienta a evitar la deforestación y degradación de más de 9.000 hectáreas de manglar en el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Cispatá, con una meta de reducción de aproximadamente 939.296 toneladas de CO_2 en un horizonte de 30 años. En el periodo 2015-2020, se logró una reducción neta de 68.932 tCO_2e, correspondiente a bonos emitidos y comercializados en el mercado voluntario de carbono. Los ingresos derivados de la venta de créditos de carbono han financiado las actividades del plan de manejo del área protegida, generando un mecanismo de sostenibilidad financiera que articula conservación, gobernanza local y retribución directa a las comunidades participantes (INVEMAR, 2023).

Más allá de su contribución a la mitigación, Vida Manglar ha demostrado que la conservación de manglares genera múltiples cobeneficios de adaptación: protección costera frente a la erosión y las marejadas, mantenimiento de la productividad pesquera, regulación hídrica y fortalecimiento de la resiliencia de los medios de vida locales. En el ámbito de la gobernanza, el programa ha fortalecido capacidades organizativas, promovido el monitoreo participativo del ecosistema y ha facilitado acuerdos de conservación con las comunidades del DRMI, lo que ha favorecido la apropiación social de la iniciativa y su continuidad institucional.

Un componente innovador reciente de Vida Manglar es la integración de tecnologías de percepción remota y aprendizaje automático para la estimación de biomasa aérea y carbono en manglares. En 2025, en alianza con el Centro Tecnológico de Telecomunicaciones de Cataluña (CTTC), se desarrolló un conjunto de datos de acceso abierto para estimar la biomasa aérea (AGB) y el carbono aéreo (AGC) en los manglares de la Vía Parque Isla de Salamanca, mediante la integración de datos de campo de 20 parcelas con imágenes satelitales Sentinel-1 y Sentinel-2, y algoritmos de Random Forest, lo que permitió generar mapas de alta resolución (10 m) que superan las limitaciones de los

métodos tradicionales de inventario forestal. Los datos se encuentran disponibles en las plataformas SIGMA y SIAM bajo principios FAIR (findable, accessible, interoperable, reusable), lo que fortalece la trazabilidad de la información y su reutilización por parte de otros actores nacionales e internacionales (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2024).

En conjunto, Vida Manglar ilustra cómo la articulación entre ciencia, gobernanza participativa, certificación internacional y acceso abierto a la información puede generar mecanismos de sostenibilidad financiera para la adaptación costera, al tiempo que fortalece la base científica de los inventarios nacionales de GEI y la planificación territorial basada en evidencia. Entre las principales lecciones derivadas de esta experiencia se destaca la importancia de vincular los esquemas de financiamiento climático con la gobernanza local del territorio, de asegurar un monitoreo técnico robusto que respalde la credibilidad de los créditos de carbono, y de promover el acceso abierto a la información como condición habilitante para escalar este tipo de soluciones en otras regiones del Caribe y del Pacífico colombiano.

4.8.3.6. Buenas prácticas en mecanismos de seguimiento de la adaptación territorial

Entre las prácticas destacadas se encuentran la consolidación de equipos interinstitucionales que involucran autoridades departamentales, actores ambientales, academia y sociedad civil, lo cual contribuye a promover la creación de sistemas de monitoreo y reporte continuos más allá de la respuesta a eventos puntuales. En este contexto, sobresale como referente técnico el Sistema de Monitoreo, Evaluación y Aprendizaje (MEA) de CORNARE, el cual constituye un modelo de buenas prácticas a nivel nacional al permitir el seguimiento sistemático, la medición de avances y el reporte estructurado de la implementación de sus medidas de adaptación en su jurisdicción, articulando información institucional, indicadores de gestión climática y mecanismos de retroalimentación continua en una plataforma de gestión del conocimiento climático territorial.

Un ejemplo operativo de sistema de monitoreo y evaluación a escala territorial, ya en funcionamiento y con potencial de interoperabilidad con el Sistema M&E de Adaptación en construcción, es el Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y de Medidas de Adaptación basadas en Ecosistemas (SMEC-MAbE), diseñado e implementado por el INVEMAR bajo la orientación de la Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y de Recursos Acuáticos (DAMCRA) del Minambiente, en el marco del Proyecto MAbE (INVEMAR, 2022).

El sistema levantó la línea base de erosión costera y estableció la primera serie de mediciones para 47 localidades del Caribe colombiano (Figura 4-89), incluidos sitios de control seleccionados para diferenciar los efectos de las medidas de

adaptación implementadas de los cambios asociados a oscilaciones océano-atmosféricas regionales (ENOS, OIP, OMJ). La selección de localidades respondió a seis criterios técnicos: presencia de proyectos con enfoque AbE, cobertura ecosistémica mínima, accesibilidad y seguridad, estado de la línea de costa y los ecosistemas, representatividad ecosistémica (manglares, playas, pastos marinos y formaciones coralinas) y distribución geográfica en los cuatro departamentos de incidencia del proyecto (La Guajira, Magdalena, Córdoba y Antioquia).

El monitoreo biofísico y ecosistémico se estructura en torno a ocho indicadores: caracterización de la altura del oleaje, cambio en la línea de costa, vulnerabilidad por erosión costera, integridad biológica para manglares, y condición y tendencia de pastos marinos, playas y dunas, bosques de manglar y áreas coralinas. Como componente de sostenibilidad del sistema, comunidades de 35 de las localidades monitoreadas fueron capacitadas en técnicas de monitoreo junto con personal técnico de las Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción costera (CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CVS y CORPOURABÁ), lo que permite que personal local entrenado tome datos y realice reportes al sistema en coordinación con estas autoridades, reduciendo costos operativos y afianzando la apropiación territorial del ejercicio.

El SMEC-MAbE opera a través de una plataforma web en entorno SIG de acceso público, que incluye un geovisor, módulos de análisis por indicador, un módulo de gestión para la toma carga y reporte de información, y un módulo de mapeo de iniciativas que permite el reporte georreferenciado de acciones de gestión del riesgo por parte de organizaciones de base, sociedad civil, sectores público y privado y academia en el marco de MAbE (INVEMAR, 2022, 2023).

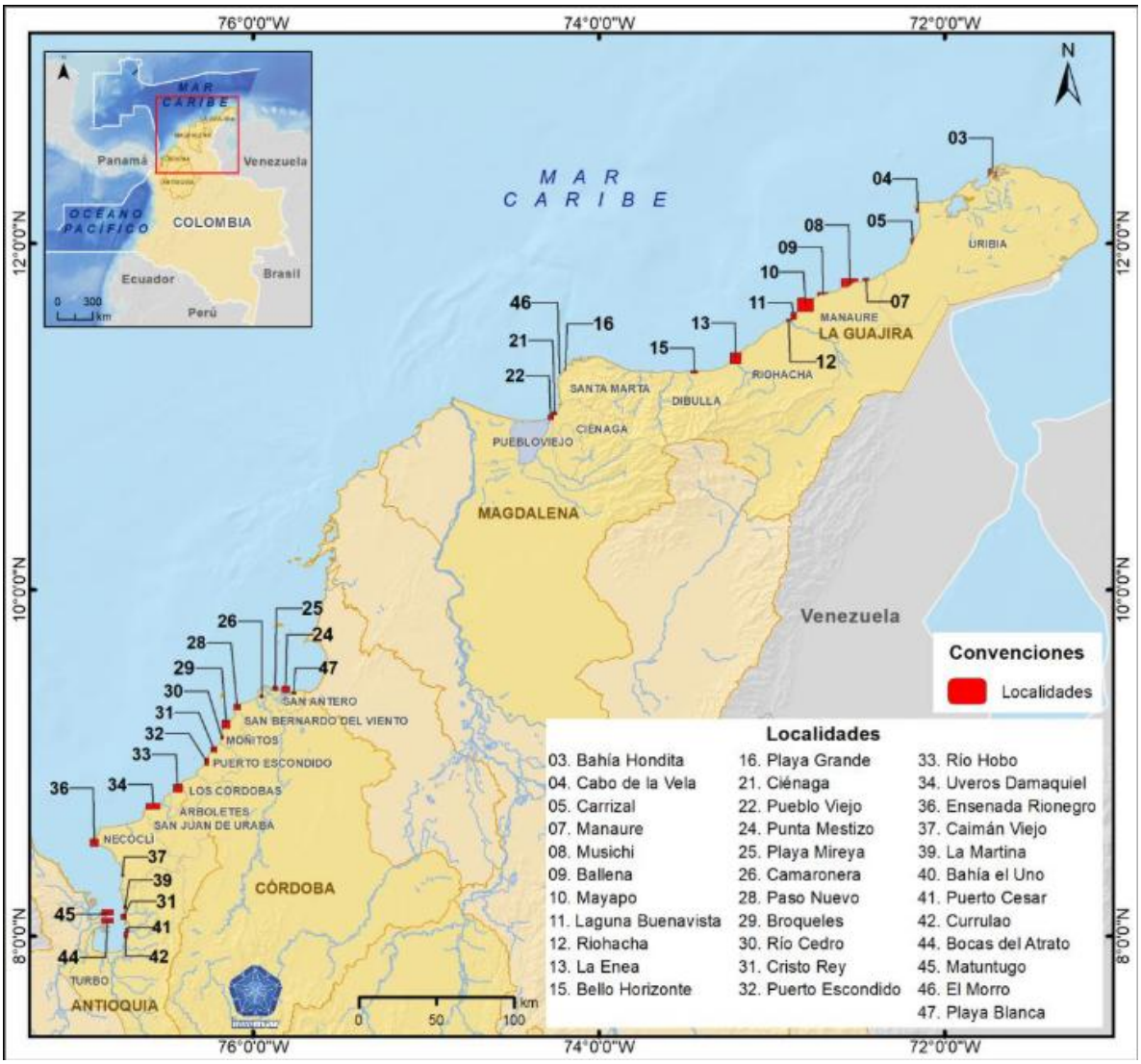


Figura 4-89. Localidades de monitoreo del SMEC-MAbE en el litoral Caribe colombiano (47 localidades, incluidos sitios de control).

Fuente: (INVEMAR, 2023)

El uso de tableros digitales integrados y observatorios climáticos, como los desarrollados en el marco de experiencias como las de CORNARE y el SMEC-MAbE, facilita la trazabilidad, el acceso público y la validación social de la información climática, promoviendo la transparencia y la gobernanza climática participativa. Adicionalmente, se destacan la adopción de protocolos únicos de reporte y la unificación de mecanismos de seguimiento como estrategias clave para asegurar la comparabilidad territorial y fortalecer la coherencia entre los PIGCCT y los instrumentos de reporte nacional en el marco del SISCLIMA.

4.8.4. Experiencias y lecciones aprendidas

La implementación de medidas de adaptación al cambio climático en Colombia, tanto desde la política pública como desde los proyectos de cooperación, ha generado un acervo de lecciones aprendidas. Estas experiencias resultan fundamentales para guiar la mejora continua en los procesos de planificación, ejecución, financiamiento y monitoreo de la resiliencia climática del país.

4.8.4.1. Fortalecimiento de los sistemas de monitoreo, evaluación y aprendizaje (MEL)

La evaluación de los 43 proyectos de cooperación en adaptación finalizada para el 1BTR reveló que solo el 17 % de los proyectos incorporaron indicadores claros de monitoreo y evaluación, y que el 83 % no contaba con información suficiente para determinar la disponibilidad de datos para el seguimiento a los resultados. Esta carencia limita la posibilidad de evaluar la eficacia, la sostenibilidad y la contribución real de las intervenciones a la reducción de la vulnerabilidad y al fortalecimiento de la resiliencia. El país ha identificado la necesidad de integrar sistemas de indicadores agregables y pertinentes para el contexto local, que permitan dar cuenta del avance en los procesos de adaptación a nivel nacional, articulados en el sistema de MEL de la adaptación previsto en la Ley 1931 de 2018. El desarrollo de este sistema, incluida la plataforma SIIVRA, está sujeto a la disponibilidad de recursos técnicos y financieros (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Coherencia entre las medidas de adaptación y los instrumentos de política

El 74 % de los proyectos de adaptación evaluados en el 1BTR mostraron alineación con los instrumentos de política como la PNCC o el PNACC, lo que indica un grado significativo de coherencia entre la cooperación internacional y las prioridades nacionales. No obstante, la evaluación también mostró que la mayoría de los proyectos tuvieron un alcance geográfico limitado a escalas inferiores al nivel municipal, lo que plantea desafíos de escalabilidad y replicabilidad. Estas experiencias han conducido a la recomendación de que el diseño de proyectos de cooperación incorpore desde su formulación criterios explícitos de alineación con los PIGCCT y los PIGCCS, así como mecanismos de escalamiento que permitan transferir las medidas exitosas a territorios con condiciones análogas (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

4.8.4.2. Participación comunitaria como factor determinante de sostenibilidad

Todos los proyectos evaluados incluyeron algún tipo de participación de actores y comunidades locales; sin embargo, el 61 % no especificó cómo se dio dicho

involucramiento, su eficacia ni su nivel de participación. Las experiencias del proyecto ENANDES en el Cauca y del proyecto Binacional Colombia-Ecuador han demostrado que el involucramiento de las comunidades desde las fases tempranas de diseño, la conformación de estructuras locales de gobernanza y la articulación con actores institucionales territoriales son factores críticos para la apropiación y sostenibilidad de las medidas de adaptación. La creación de redes locales de conocimiento y la implementación de estrategias de comunicación con enfoque diferencial y de género han potenciado la efectividad de las intervenciones y su continuidad más allá del horizonte de ejecución de los proyectos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; WFP, 2025).

4.8.4.3. Sostenibilidad financiera y técnica de las medidas de adaptación

La evaluación de los proyectos de cooperación evidenció que la dependencia de recursos financieros, técnicos y logísticos externos constituye un factor crítico para la sostenibilidad de las medidas en el largo plazo. Solo un proyecto del portafolio evaluado en el 1BTR proporcionó suficiente información para inferir la generación de beneficios continuos después de su finalización. Esta lección ha motivado la incorporación progresiva de componentes de sostenibilidad financiera y fortalecimiento de capacidades locales en los nuevos proyectos de cooperación, así como la exploración de mecanismos de financiamiento complementarios que aseguren la continuidad de las intervenciones una vez concluido el apoyo externo (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En el ámbito marino-costero, la experiencia del programa Vida Manglar en el DRMI Cispatá ha aportado evidencia de que los mecanismos de mercado de carbono voluntario pueden contribuir a la sostenibilidad financiera de las medidas de adaptación basadas en ecosistemas, al vincular la conservación de manglares con la generación de ingresos que financian las actividades de manejo del área protegida y retribuyen a las comunidades participantes. No obstante, esta experiencia también ha puesto de relieve que la escalabilidad de este tipo de esquemas depende de condiciones habilitantes específicas, entre ellas la disponibilidad de líneas base de carbono con rigor técnico suficiente para la certificación internacional, la existencia de marcos institucionales que regulen los derechos sobre los créditos de carbono y su distribución equitativa, y la capacidad de las comunidades locales para participar de manera informada en la gobernanza de los proyectos (INVEMAR, 2023). El INVEMAR ha identificado, adicionalmente, la necesidad de estandarizar metodologías y protocolos para la medición y cartografía del carbono azul, fortalecer el conocimiento sobre el estado y la transformación de los ecosistemas costeros mediante estrategias de monitoreo sostenidas, y desarrollar capacidades técnicas e institucionales para integrar efectivamente el enfoque de carbono azul en la planificación y la política pública climática del país (Vega-Cabrera et al., 2025).

4.8.4.4. Transición hacia un enfoque territorial de la adaptación

La experiencia acumulada ha evidenciado la necesidad de avanzar desde un modelo predominantemente centralizado de gestión de la política de cambio climático hacia un enfoque que priorice el protagonismo de los actores locales en la definición y gestión de las capacidades de adaptación. La formulación e implementación de los PIGCCT departamentales, la operación de las Mesas Técnicas Agroclimáticas Regionales y la conformación de estructuras locales de gobernanza climática constituyen avances concretos en esta transición, que requieren consolidarse a través de la asistencia técnica continua, el fortalecimiento de las capacidades institucionales territoriales y la asignación de recursos adecuados para la planificación y ejecución de medidas de adaptación a nivel local (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En conjunto, la cartera de cooperación internacional, las buenas prácticas identificadas y las lecciones aprendidas sistematizadas en esta sección evidencian un proceso de maduración progresiva de la cooperación en adaptación en Colombia: de proyectos individuales con alcance geográfico limitado y sistemas de seguimiento incipientes, hacia una agenda más articulada con los instrumentos de planificación nacional y territorial, con mayor diversidad de cooperantes y modalidades de apoyo, y con una atención creciente a la sostenibilidad financiera y técnica de las intervenciones. Las brechas identificadas, en particular en materia de monitoreo, evaluación y aprendizaje, constituyen el principal insumo para orientar el diseño de la cooperación en el siguiente ciclo de reporte.

4.9. Otra información

Esta sección reúne información complementaria sobre los efectos del cambio climático y la labor de adaptación que, por su carácter transversal, no se circunscribe de manera exclusiva a las secciones sustantivas precedentes del capítulo. Se documentan dos procesos de transformación territorial y sectorial con incidencia directa sobre la vulnerabilidad climática y la capacidad adaptativa del país; la transición justa, entendida como el proceso que redefine las condiciones económicas, sociales y laborales de los territorios históricamente dependientes de actividades fósiles, y la gestión climática urbana, dada la concentración de riesgo climático en las ciudades colombianas y su papel como escenario prioritario para la implementación de medidas de adaptación.

4.9.1. Transición justa

En Colombia, la transición justa se concibe como un proceso de transformación socioecológica, energética y económica orientado a incorporar principios de justicia climática en los cambios estructurales necesarios para cumplir las metas de mitigación y adaptación, así como los objetivos de desarrollo sostenible. Este enfoque busca garantizar que la descarbonización y la adaptación no profundicen desigualdades existentes, promoviendo modelos de desarrollo equitativos, sostenibles y centrados en el bienestar. La transición justa trasciende el ámbito energético, abarcando dimensiones sociales, laborales, territoriales y productivas. Se fundamenta en principios como la equidad territorial, la inclusión social, la participación efectiva y el reconocimiento de las particularidades regionales, con especial énfasis en poblaciones vulnerables y territorios históricamente excluidos. En este sentido, implica no solo un cambio tecnológico, sino una transformación estructural del modelo de desarrollo del país (República de Colombia, 2025b).

Colombia enfrenta la transición con un perfil particular. Aunque aporta una fracción mínima de las emisiones globales y cuenta con una matriz eléctrica relativamente limpia basada en energía hidroeléctrica, presenta una alta dependencia macroeconómica de los combustibles fósiles, que constituyen su principal rubro de exportación y una fuente clave de ingresos fiscales, lo que lo expone significativamente a la descarbonización global (Ministerio de Minas y Energía, 2024b). Esta dependencia se manifiesta también en las finanzas públicas, en particular en la participación de las regalías de petróleo y gas en sectores como la educación, y plantea un desafío fiscal ante la perspectiva de reducción de estos ingresos hacia 2035 (Alfonso et al., 2023).

Colombia ha desarrollado un marco normativo robusto para orientar la transición. La Ley 2099 de 2021 moderniza el sector energético, promoviendo Fuentes No Convencionales de Energía (como el hidrógeno verde y azul y la energía geotérmica), eficiencia energética e incentivos para proyectos renovables, además de fortalecer el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) (Congreso de Colombia, 2021a). El PND 2022–2026 posiciona la transición justa como eje estructural del desarrollo, integrando transformación energética, justicia social y equidad territorial (Congreso de la República, 2023).

Asimismo, la Estrategia de Transición Justa de la Fuerza Laboral, incorporada en la NDC 3.0, establece lineamientos para garantizar inclusión laboral y generación de empleo digno (República de Colombia, 2025a). Complementariamente, la Ley 2466 de 2025 y la Resolución 2824 de 2025 consolidan instrumentos para la reconversión laboral, protección del empleo y desarrollo de capacidades en sectores verdes (Congreso de Colombia, 2025).

A nivel institucional, el Sistema Nacional de Cooperación Internacional de Colombia (SNCIC) instaló la Mesa de Transición Energética Justa en septiembre de 2024, con el fin de articular a actores nacionales, internacionales y de la sociedad civil para movilizar recursos que permitan diversificar la matriz energética del país hacia fuentes renovables como la solar y eólica. Liderada por APC Colombia, la Cancillería y el DNP, esta iniciativa se enmarca en el PND 2022-2026 y busca reducir la dependencia de combustibles fósiles, alineándose con compromisos globales como el Acuerdo de París. La mesa funcionará como un mecanismo operativo para evitar la dispersión de esfuerzos, promoviendo el bienestar social a través de la creación de comunidades energéticas, la interconexión regional y el cierre de brechas de acceso a la energía en los territorios más vulnerables.

4.9.1.1. Transición Energética Justa

Como dimensión estructural de la transición justa, la transición energética justa en Colombia busca reducir progresivamente la dependencia de combustibles fósiles mediante la transformación de la matriz energética, la expansión de energías renovables y la reconversión productiva. Este proceso incluye decisiones como la no adjudicación de nuevos contratos de exploración, el cierre gradual de plantas térmicas y la promoción de sistemas energéticos descentralizados. Igualmente, implica cambios estructurales en el sector energético, así como una transición más amplia de carácter cultural y social que concibe la energía como un bien común, prioriza las necesidades básicas, promueve la eficiencia, la reconversión productiva y la expansión de energías limpias, descentralizadas y accesibles, con enfoque en equidad territorial y protección de la naturaleza. Asimismo, se articula con compromisos internacionales de justicia climática, posicionando la salida de los combustibles fósiles no solo como una obligación climática, sino como una oportunidad para fortalecer la soberanía energética y el desarrollo sostenible del país, articulado con las orientaciones del primer Balance Mundial (GST) y con los programas de trabajo internacionales sobre transición justa (República de Colombia, 2025c).

Colombia cuenta con una base sólida para la transición gracias a un crecimiento económico histórico sostenido y una matriz eléctrica con bajas emisiones debido a su alta dependencia hidroeléctrica. Los hallazgos principales destacan un potencial renovable masivo que supera los 170 GW (solar, eólico onshore y offshore), aunque el país enfrenta la vulnerabilidad climática del fenómeno de El Niño y una fuerte dependencia económica de las exportaciones de carbón y petróleo (Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe, 2024).

En este sentido, la Hoja de Ruta para la Transición Energética Justa de Colombia, liderada por el Ministerio de Minas y Energía, advierte que el país es altamente vulnerable ante la transición global, dado el alto costo de extracción de sus crudos y el declive del mercado internacional del carbón térmico, y plantea metas de

despliegue de fuentes renovables y de fortalecimiento del sistema eléctrico hacia 2050, junto con planes de reconversión laboral para los territorios afectados por el declive del carbón (Ministerio de Minas y Energía, 2025).

4.9.1.2. Dimensión económica y fiscal

El principal desafío de la transición en Colombia es de carácter fiscal y productivo. La alta dependencia de las rentas fósiles implica riesgos significativos ante la caída de la demanda global de carbón y petróleo. En este contexto, la transición exige desvincular progresivamente la estabilidad fiscal de estos ingresos, al tiempo que se utilizan estratégicamente los recursos actuales para financiar nuevas cadenas productivas; el principal factor de éxito será incorporar criterios de justicia social, territorial y energética, evitando que la transición profundice desigualdades existentes (Ministerio de Minas y Energía, 2024a).

El país ha implementado mecanismos de distribución de regalías orientados a reducir brechas territoriales, destinando, por ejemplo, el 12,0% de estos recursos en 2023 a municipios con mayores niveles de pobreza (Alfonso et al., 2023). No obstante, el éxito de estas metas depende de superar un espacio fiscal limitado y la reducción de ingresos por hidrocarburos mediante el uso de instrumentos financieros innovadores como bonos verdes, impuestos ambientales y canjes de deuda por naturaleza (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2023).

Las estimaciones indican que la transición energética demandará inversiones entre el 7,5% y el 10,3% del PIB anual hacia 2050, en el escenario de Transición Energética Justa (TEJ), lo que representa un esfuerzo adicional de apenas 0,5% a 1,8% respecto a la tendencia actual (BAU), garantizando soberanía energética y la creación de nuevos sectores industriales. La transición se establece no solo como un cambio tecnológico, sino como una apuesta de reindustrialización y democratización energética que busca reducir las brechas sociales y proteger el empleo en los territorios dependientes de la minería y los hidrocarburos. En definitiva, la transición se presenta como una ruta que aprovecha los habilitadores legales y la favorabilidad internacional para financiar la justicia social sin comprometer la estabilidad macroeconómica del país (Ministerio de Minas y Energía, 2025).

4.9.1.3. Transición justa de la fuerza laboral

La dimensión laboral es central en la transición justa, y por eso se incluye la transición justa de la fuerza laboral como pilar de la Estrategia 2050 de Colombia. El análisis identifica que Colombia enfrenta una vulnerabilidad crítica en sus enclaves minero-energéticos, donde la transición pone en riesgo directo miles de empleos de alta intensidad de carbono, lo que hace imperativo desplegar

estrategias de reconversión laboral y diversificación productiva en los territorios más dependientes de los combustibles fósiles. Para capitalizar las oportunidades de la economía verde, se recomienda establecer una gobernanza basada en el diálogo social trilateral (Gobierno, empleadores y trabajadores) y un robusto sistema de protección social que facilite el tránsito hacia sectores emergentes como las energías renovables y la construcción sostenible. Asimismo, se enfatiza la necesidad de corregir disparidades estructurales del mercado laboral colombiano, tales como la brecha de género y la informalidad, asegurando que la Estrategia 2050 no sea solo un ajuste técnico de emisiones, sino un motor de trabajo decente que garantice una vida digna para la fuerza laboral en todas las regiones de Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2020).

La reconversión laboral es un componente crítico de la Transición Energética Justa (TEJ) en Colombia, con avances importantes, pero aún con brechas estructurales en formación y alineación sectorial. El país registra 150.759 empleos verdes (2022–2023), mientras que el 53,6% del empleo sigue siendo no verde y el 46,4% verde, destacándose que solo el 7,5% corresponde a empleos nuevos, frente a un 22,0% que requiere mejora de habilidades y un 16,1% con mayor demanda, lo que refleja que el reto principal no es solo crear empleo sino transformar capacidades existentes. Asimismo, el 58% de los empleos con potencial verde alto y medio está concentrado en perfiles universitarios, evidenciando brechas para trabajadores con menor nivel educativo. A nivel sectorial, se identifica alto potencial en energías renovables, transporte sostenible, construcción y economía circular, aunque sectores clave como Fuentes No Convencionales de Energía Renovables (FNCER) (1,0%), construcción (0,7%) y transporte (0,03%) aún tienen baja participación en negocios verdes, lo que los posiciona como prioritarios para intervención (Iniciativa Climática Internacional (IKI) et al., 2025c).

A nivel sectorial, se identifica una marcada desproporción estructural entre la generación de empleo y la actividad económica de los sectores con mayor huella de carbono, lo que evidencia la necesidad de procesos diferenciados de reconversión productiva. Se identifica un alto potencial de crecimiento en empleos verdes dentro de la construcción, la agricultura y el transporte terrestre, los cuales concentran actualmente el 86,61% de dichas plazas. No obstante, los impactos de la descarbonización son heterogéneos y exigen estrategias diferenciadas: mientras el sector forestal emerge como un gran generador de empleo y mitigación climática, los sectores agropecuario, transporte, y minas y energía requieren urgentes procesos de reconversión productiva, gestión de la transición laboral y fortalecimiento de capacidades para mitigar la vulnerabilidad del empleo y fomentar el trabajo decente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2020; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2023).

Aunque el SENA ha avanzado en el desarrollo de normas y programas de formación, persisten brechas significativas que requieren acelerar la actualización curricular, ampliar la oferta en sectores emergentes como electromovilidad, bioenergía y energías renovables, y fortalecer habilidades digitales. En este contexto, se plantea la necesidad de un enfoque integral que articule la reconversión laboral, el desarrollo de competencias transferibles y la alineación con las demandas productivas. A su vez, el Servicio Público de Empleo se posiciona como un actor clave para facilitar esta transición, al conectar la oferta y la demanda de talento, identificar habilidades verdes prioritarias y fortalecer la intermediación laboral, especialmente en territorios vulnerables. En conjunto, ambos enfoques subrayan la importancia de cerrar brechas de capacidades, robustecer la institucionalidad y garantizar la generación de empleo decente en el marco de una transición justa e inclusiva (Iniciativa Climática Internacional (IKI) et al., 2025a; Servicio Público de Empleo, 2025).

4.9.1.4. Dimensión territorial

La economía del Cesar y La Guajira enfrenta una crisis estructural ante el declive de la minería de carbón, actividad que concentra más del 98,0% de sus exportaciones y cerca del 40,0% del PIB, generando además una alta dependencia fiscal (hasta el 16,0% en los ingresos locales). Este contexto ha evidenciado la fragilidad de las economías locales, donde el desempleo emerge como el principal riesgo, acompañado de incrementos en pobreza, inseguridad y desarticulación social. Para responder a este escenario, se han identificado oportunidades de diversificación productiva en sectores como café especial, cacao, fique, mango y turismo cultural, junto con la necesidad urgente de implementar estrategias de reconversión laboral, reducir la informalidad rural, que alcanza el 84,2%, y fortalecer procesos de formación y educación vocacional adaptados al territorio. Asimismo, el plan piloto de reconversión laboral en los departamentos del Cesar y La Guajira, liderado por el Ministerio del Trabajo en alianza con la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), busca mitigar estos impactos mediante capacitación en sectores sostenibles y el fortalecimiento de la intermediación laboral (Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2025).

Desde una perspectiva estratégica, la transición justa en estos territorios (Cesar y La Guajira) requiere un enfoque integral de desarrollo territorial basado en seguridad jurídica, gradualidad y articulación entre actores públicos, privados, académicos y sociales. El sector empresarial resalta que debe ser un proceso de desarrollo territorial integral, aprovechando la infraestructura existente para impulsar nuevas actividades como la economía circular, la agroindustria sostenible y las comunidades energéticas, mientras que el movimiento sindical enfatiza la importancia de garantizar la protección social, la reconversión laboral, la diversificación económica, el diálogo social y la reparación integral, evitando reproducir esquemas de exclusión bajo nuevas formas de desarrollo. Esta visión es urgente ante la realidad de que el Cesar y La Guajira operan como economías de enclave, donde el carbón representa casi el 100% de las exportaciones, pero

genera un impacto mínimo en el empleo local (apenas el 0,5% en el Cesar y el 1,3% en La Guajira). En conjunto, se plantea que el éxito de la transición depende de fortalecer la institucionalidad, promover el diálogo social y asegurar procesos participativos que permitan transformar las economías de enclave en modelos más diversificados, inclusivos y sostenibles (Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2024, 2025).

En Colombia, la implementación de los Distritos Mineros Especiales para la Diversificación Productiva, reglamentados mediante el Decreto 977 de 2024, constituye una herramienta territorial estratégica para operativizar la transición energética justa y cumplir con los objetivos de la Estrategia 2050. Estos distritos se conciben como áreas geográficas prioritarias donde el Estado interviene para mitigar la dependencia económica del extractivismo, buscando proteger a la fuerza laboral frente al riesgo de pérdida de empleos de alta intensidad de carbono y promoviendo la reconversión productiva hacia sectores sostenibles como la agricultura, el turismo y las energías renovables. Al integrar diagnósticos técnicos con un modelo de gobernanza que prioriza el diálogo social y la coordinación interinstitucional, esta figura busca asegurar que la transición hacia una economía descarbonizada no solo sea un cambio de matriz energética, sino un motor de trabajo decente y justicia territorial que garantice condiciones dignas para los trabajadores y comunidades históricamente vinculadas a la actividad minera (Decreto 977 de 2024. Por el cual se reglamenta el artículo 231 de la Ley 2294 de 2023 y se adiciona el Capítulo 12, al Título V, de la Parte 2, del Libro 2 del Decreto 1073 de 2015, en relación con la identificación, priorización, delimitación e implementación de los Distritos Mineros Especiales para la Diversificación Productiva, 2024).

4.9.1.5. Comunidades energéticas

Las comunidades energéticas en Colombia son iniciativas descentralizadas que empoderan a grupos locales para gestionar sus propios recursos renovables, mejorando así la cohesión social y reduciendo costos mediante el autoconsumo. La hoja de ruta para el despliegue de comunidades energéticas en Colombia plantea una estrategia integral basada en la identificación de territorios prioritarios mediante el cruce de variables técnicas, ambientales y socioeconómicas, con énfasis en zonas con alto potencial solar y necesidades de electrificación rural. Propone un fortalecimiento diferenciado según el tipo de comunidad, capacitación técnica y gobernanza local para organizaciones de base, y esquemas de autogeneración colectiva y financiamiento para alianzas público-privadas. Este enfoque se complementa con un marco metodológico de priorización multidimensional que integra criterios ambientales, económicos, sociales, técnicos y normativos, permitiendo asignar recursos de manera estratégica y objetiva, y promover una transición energética equitativa e inclusiva (Iniciativa Climática Internacional (IKI) et al., 2025d, 2025e, 2025c).

Para su implementación, se plantea consolidar a las comunidades energéticas como modelos de negocio sostenibles mediante estructuras como las S.A.S. E.S.P. (Empresas de Servicios Públicos), que articulan inversión privada y participación comunitaria organizada a través de una ESAL. Su éxito depende de la coordinación entre actores públicos, privados, comunitarios y financieros, como lo evidencian experiencias en distintas regiones del país. No obstante, el desarrollo de estas iniciativas requiere una planificación rigurosa que incorpore evaluaciones ambientales y participación local, especialmente en territorios con alta sensibilidad ecológica, garantizando que la generación distribuida fortalezca la cohesión social, reduzca impactos ambientales y contribuya a la creación de sinergias estratégicas entre comunidades, gobierno, empresas privadas, ONG y el sistema financiero (Iniciativa Climática Internacional (IKI) et al., 2025b, 2025d).

Las experiencias locales en Colombia evidencian que la articulación multiactor es determinante para el éxito de las comunidades energéticas y la superación de barreras técnicas y regulatorias. Casos como Respira Pacífico en el Chocó, que integró gobierno, comunidades y sector privado con apoyo del FENOGE, han logrado sustituir combustibles contaminantes y mejorar la calidad de vida, mientras que iniciativas como Cacao Energía muestran el potencial de vincular generación renovable con actividades productivas rurales. En la región Caribe, los procesos con comunidades Wayuu destacan la importancia de la inclusión cultural en el diseño de soluciones energéticas, y proyectos en zonas aisladas de la Amazonía refuerzan el papel de la energía fotovoltaica en la resiliencia territorial. No obstante, se evidencia la necesidad de una planificación rigurosa en contextos de alta sensibilidad ambiental y social, incorporando medidas de restauración ecológica, monitoreo continuo y participación local para garantizar que la autonomía energética sea compatible con la conservación del patrimonio natural (Iniciativa Climática Internacional (IKI) et al., 2025d, 2025c).

4.9.1.6. Desafíos estructurales

En el marco de la Conferencia sobre la Transición de los Combustibles Fósiles en Santa Marta, Colombia se posiciona como un actor estratégico global al impulsar, junto a Países Bajos, una agenda que reconoce que la transición justa va más allá del cambio de matriz energética e implica una transformación económica y social profunda. En este sentido, se plantea la implementación de planes de transición territorial orientados a reducir la dependencia de las rentas fósiles, promover la reconversión laboral y fortalecer las economías regionales mediante la reindustrialización verde. Este proceso requiere, además, una arquitectura financiera internacional inclusiva, basada en instrumentos como canjes de deuda y financiamiento concesional, que permita sostener el cierre progresivo de actividades extractivas y el despliegue de sistemas energéticos descentralizados, con un enfoque de soberanía energética que reconozca a las comunidades como actores centrales en el diseño de la transición (República de Colombia & Países Bajos, 2026).

Sobre esta base, la transición energética justa en Colombia demanda democratizar el mercado energético y redistribuir el poder económico para evitar nuevas concentraciones de riqueza, lo que implica fortalecer el rol del Estado como garante de participación efectiva y equitativa. Su implementación requiere un enfoque multidimensional que articule dimensiones tecnológicas y socioambientales en torno a tres ejes clave: democratización energética, reconversión laboral y gestión ambiental. No obstante, el proceso enfrenta desafíos estructurales como el fortalecimiento de la infraestructura de transmisión, la estabilidad jurídica en consultas previas, la gestión de impactos ambientales de las energías renovables y la necesidad de un cambio cultural hacia la eficiencia energética. En conjunto, el éxito de la transición dependerá de la capacidad de articular gobernanza, inclusión social y adaptación territorial para garantizar una implementación efectiva, sostenible y con enfoque de derechos (Ministerio de Minas y Energía, 2024c, 2024a).

La transición justa y la adaptación al cambio climático convergen en los mismos territorios. Los departamentos con mayor dependencia de las rentas fósiles, como Cesar y La Guajira, enfrentan simultáneamente la pérdida de su base económica tradicional y una exposición ya identificada a la reducción de lluvias y al estrés hídrico (sección 4.2 de este capítulo). En esa medida, los procesos de reconversión productiva y diversificación económica que impulsa la transición justa constituyen también una vía para fortalecer la capacidad adaptativa de estos territorios, al reducir su dependencia de actividades altamente sensibles a la variabilidad climática y ampliar las opciones de desarrollo disponibles para las comunidades.

4.9.2. Adaptación urbana al cambio climático

Lograr la resiliencia climática global y local requiere de la acción integral y transversal; en esa línea, abordar los territorios urbanos es crucial para acelerar la adaptación y la mitigación del cambio climático. De acuerdo con el Informe Mundial sobre las Ciudades 2024: Ciudades y Acción Climática (ONU-Habitat., 2024b), las ciudades son víctimas y, a la vez, uno de los principales responsables del cambio climático; no solo están expuestas desproporcionadamente a sus impactos, sino que además son causantes de gran parte de las emisiones globales. Por lo tanto, es urgente implementar el desarrollo urbano sostenible como instrumento clave para impulsar la acción climática. De hecho, las ciudades son propicias para la implementación de programas de adaptación y mitigación que brindan beneficios adicionales e indirectos a las comunidades.

Las ciudades cobran importancia en la acción climática teniendo en cuenta que, según el Informe 2024 – Contenido urbano de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC): Análisis de la acción climática local mediante estudios de fondo por país (ONU-Habitat., 2024a), las áreas urbanas albergan actualmente el

56% de la población mundial y se estima que esta cifra aumente al 68% para el año 2050. Así mismo, son el centro del crecimiento económico, pues aportan el 80% del PIB mundial. Sirven como centros culturales y sociales, y brindan valiosos activos e infraestructura, al tiempo que consumen el 70% de la energía primaria producida en el mundo y generan el 60% de las emisiones de GEI globales.

Por otra parte, las áreas urbanas están expuestas a los efectos del cambio climático, como inundaciones, sequías, olas de calor y frío, y aumento del nivel del mar, entre otros. Estos eventos no solo afectan la infraestructura urbana, los ecosistemas y entornos naturales, sino que también tienen efectos en la salud, los medios de subsistencia y la vida de las personas. Es así como el cambio climático impacta de manera desproporcionada a las comunidades urbanas vulnerables, como los habitantes de barrios marginales, las personas pobres, las mujeres, las personas mayores y los migrantes (UN-Habitat, 2024), quienes tienen una menor capacidad de respuesta y recuperación. Los centros urbanos además presentan limitantes de recursos y capacidades institucionales que dificultan la ejecución de los planes de adaptación.

De ahí que las ciudades sean centros clave de la acción climática, en donde se impulse y mejore la reducción de las emisiones de GEI, la mitigación del cambio climático y la adaptación al clima cambiante, para que habitantes y territorios urbanos y rurales sobrevivan y prosperen. Por consiguiente, el impulso para lograr la resiliencia climática no puede separarse de la agenda de ciudades y asentamientos humanos sostenibles, tal como se contempla en la Nueva Agenda Urbana y el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11, que busca lograr que las ciudades y asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (ONU-Habitat, 2024b).

Es por ello que varios gobiernos nacionales y subnacionales están dando mayor inclusión y priorización a las ciudades y áreas urbanas en las políticas climáticas nacionales y en la implementación local de la acción climática, por ejemplo, al incorporar el desarrollo urbano en las NDC y la ejecución de soluciones en ciudades y comunidades para fortalecer su resiliencia colectiva. Esto demuestra que las ciudades no solo son parte del problema, sino también parte de la solución, con un gran potencial por desarrollar (ONU-Habitat, 2024a).

Contexto Colombia

Al hablar de las ciudades y su rol en la acción climática de Colombia debe considerarse que los entornos urbanos albergan la mayor parte de la población del país; de acuerdo con las proyecciones basadas en el último Censo Nacional de Vivienda de 2018, para el año 2024 alrededor del 76,0% de la población habita en cabeceras municipales y áreas metropolitanas (DANE, 2025), con el 50% de la población urbana concentrada en las conurbaciones de Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla (Carriazo & López Plazas, 2023).

De hecho, las dinámicas económicas, el mercado laboral y la oferta de infraestructura y servicios que presentan las ciudades de Colombia hacen que alberguen la mayor parte de la población del país, además de centralizar diferentes actividades económicas e industriales. Esta situación origina un gran consumo de recursos y una alta demanda de infraestructura, movilidad y servicios básicos y especializados.

Además, el conjunto de los grandes centros urbanos, las áreas metropolitanas y los distritos de régimen especial concentra cerca del 40% de la población colombiana y más del 60% del PIB. En consecuencia, estos territorios se constituyen como ejes urbano-regionales en torno a los cuales gravita una parte significativa del desarrollo socioeconómico y de la gestión ambiental del país (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2021).

De esta manera, las áreas urbanas presentan un alto requerimiento de energía para abastecer las necesidades de sus habitantes, por lo que la generación eléctrica nacional responde en gran medida a los modelos de consumo que se dan en dichas áreas. A la vez, los centros urbanos producen cantidades considerables de residuos, vertimientos y emisiones que inciden directamente en la alteración del clima local y global, y concentran una parte significativa de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero, cuyo detalle sectorial se desarrolla en el capítulo 2 de Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de este informe. En consecuencia, la demanda energética, el transporte, la actividad industrial y la generación de residuos de las áreas urbanas contribuyen de manera significativa a la emisión de gases de efecto invernadero a nivel nacional.

Por otra parte, en Colombia las ciudades han seguido un patrón desequilibrado y conviven con problemas de crecimiento urbano fuera de control, que se manifiestan en la aparición de zonas y asentamientos humanos vulnerables (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial., 2006). A esto se suma el alto impacto ambiental causado por la ocupación de territorios no aptos para la urbanización, el daño a las fuentes de agua, la pérdida de vegetación y el incremento de la escorrentía, con la consecuente generación de situaciones de riesgo (Consejo Nacional de Política Pública y Social, 2004, como se cita en Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Como resultado de la concentración poblacional, las dinámicas económicas y sociales, el alto consumo de recursos y el crecimiento urbano no sostenible, los efectos del cambio climático se intensifican, incrementando significativamente el nivel de riesgo en las ciudades del país. Por consiguiente, es urgente la puesta en marcha de acciones que, además de reducir las emisiones de GEI, contribuyan a enfrentar el reto de la adaptación al cambio climático en los centros urbanos.

4.9.2.1. Marco de políticas y normas en torno a ciudades y el cambio climático

Colombia ha estructurado diversas políticas, estrategias y normas que buscan reforzar la acción climática en las ciudades y cumplir los compromisos internacionales relacionados con el cambio climático.

El referente que orienta la acción climática en el país es la PNCC, la cual establece las líneas de acción que deben seguir las ciudades para lograr un desarrollo resiliente, bajo en carbono y orientado a reducir riesgos y aprovechar oportunidades climáticas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Esta política dispone que las ciudades deben transitar hacia un modelo de desarrollo urbano integrado a partir de la reducción de emisiones en los sectores de transporte y energía, así como en el modelo de expansión urbana, promoviendo áreas compactas y eficientes. Para la adaptación, se debe incorporar el riesgo climático en el ordenamiento territorial, diseñar infraestructura resiliente, gestionar el agua y los eventos extremos, y proteger a la población vulnerable, mediante una gobernanza que integre el cambio climático en los planes de ordenamiento territorial, los planes de desarrollo y los instrumentos territoriales.

Con el objetivo de articular la planeación territorial con la política climática, el país adelantó la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050 (Gobierno de Colombia, 2021), que define en su Apuesta 6 una hoja de ruta para cumplir las metas de cambio climático en las ciudades al año 2050. Allí se propone consolidar ciudades-región que integren el desarrollo urbano con su entorno rural, promoviendo un uso eficiente del suelo, la conectividad territorial y la planificación urbana sostenible, de manera que las ciudades colombianas evolucionen hacia sistemas urbanos integrados, equitativos y resilientes, donde la acción climática se articule con el desarrollo territorial, la gobernanza y el comportamiento ciudadano.

Así mismo, se elaboró la actualización de la Política de Gestión Ambiental Urbana 2025–2035 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025), la cual reconoce el cambio climático como un eje central de la gestión urbana y señala que una de las principales limitaciones para avanzar hacia ciudades sostenibles y resilientes es la ausencia de mecanismos que permitan medir el desempeño ambiental y climático a nivel local. Esta política orienta a los centros urbanos hacia una transición socioecológica que articule la biodiversidad, el agua, la adaptación climática y el desarrollo bajo en carbono, y considera clave a estos territorios tanto en la generación de emisiones como en la reducción de la vulnerabilidad climática.

El CONPES 3819 de 2014 define la “Política Nacional para Consolidar el Sistema de Ciudades en Colombia”, con el objetivo de fortalecer el Sistema de Ciudades

como motor de crecimiento del país, promoviendo la competitividad regional y nacional, el mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos y la sostenibilidad ambiental. Para caracterizar el Sistema de Ciudades se emplearon cuatro criterios: las relaciones funcionales entre los municipios, el tamaño poblacional, la función político-administrativa y la importancia estratégica de los municipios en las regiones. El sistema de ciudades de Colombia está compuesto por 56 ciudades, de las cuales 18 son funcionales y 38 uninodales (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2014).

Por otra parte, Colombia se ha propuesto metas a corto, mediano y largo plazo en diferentes ámbitos y sectores del gobierno orientadas a alcanzar un desarrollo bajo en carbono y resiliencia climática, consolidadas en la Ley 2169 de 2021, Ley de Acción Climática, que obliga el cumplimiento de metas concretas de mitigación y adaptación. Esta ley determina que todas las entidades territoriales, incluidas las ciudades, son corresponsables de su implementación, y reglamenta la incorporación de medidas mínimas en las ciudades, tales como integrar la adaptación al cambio climático en instrumentos territoriales, optimizar el uso del suelo con base en el transporte sostenible y calcular el potencial de mitigación de GEI de los humedales y del arbolado urbano en las ciudades de más de 100.000 habitantes (Congreso de la República, 2021).

En este marco normativo se inscribe la Ley 2476 de 2025, Ley de Ciudades Verdes, que fortalece la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo en Colombia a través de ciudades y centros urbanos verdes, biodiversos y resilientes (Ley 2476, 2025). Esta ley operacionaliza la adaptación urbana mediante acciones concretas en el territorio y posiciona a las áreas urbanas como el principal escenario de la adaptación climática en Colombia, estableciendo un cambio de paradigma con la transición de ciudades grises a ciudades verdes, biodiversas y resilientes, donde la adaptación se basa en la naturaleza, la gestión del riesgo es estructural y la biodiversidad se integra al desarrollo urbano.

4.9.2.2. Implementación de instrumentos de cambio climático en el marco de la adaptación

En coherencia con los instrumentos de política pública y el marco normativo, el país ha venido desarrollando diversas herramientas e implementando múltiples acciones en materia de mitigación y adaptación al cambio climático en las ciudades, las cuales contribuyen de manera significativa al cumplimiento de las metas nacionales. A continuación, se presentan algunas de ellas.

4.9.2.2.1. Programa Ciudades Biodiversas y Resilientes

Instrumento de implementación de la política climática y urbana en Colombia, orientado a acelerar la transformación de ciudades hacia modelos sostenibles,

reconocido como mecanismo de implementación en la Ley 2476 de 2025. El programa pretende acelerar procesos de transformación y gestión ambiental urbana con énfasis en la biodiversidad y la resiliencia climática, e integra la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la planificación y el desarrollo urbano-regional, a través de tres líneas estratégicas: conceptualización, territorialización, y seguimiento y monitoreo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible., 2023). Entre sus elementos centrales se destacan el fortalecimiento de capacidades locales, la implementación de soluciones urbanas sostenibles, la adaptación al cambio climático mediante soluciones basadas en la naturaleza, la reducción del riesgo climático urbano, la integración urbano-regional y la gobernanza multinivel. En el marco de este programa se cuenta con los siguientes proyectos e iniciativas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible., 2023):

- Proyectos asociativos territoriales: soluciones formuladas para municipios menores de 50 mil habitantes, impulsadas por Minambiente.
- Ecobarrios: proyectos que incluyen criterios de gestión y planificación ambiental a escala de barrios y comunidades, promovidos por Minambiente y MinVivienda.
- Estructura ecológica principal: identificación de la estructura ecológica para áreas urbanas, liderada por Minambiente.
- SbN para la planificación urbana: iniciativa para la implementación de SbN, liderada por Minambiente.
- Proyecto NaBa, Ciudades resilientes basadas en la naturaleza: proyecto para enfrentar de manera integrada el cambio climático y la pérdida de biodiversidad en ciudades colombianas, fortaleciendo la resiliencia urbana mediante SbN y la planificación sostenible enfocada en la adaptación basada en ecosistemas, financiado por UKPACT e implementado por ICLEI Colombia, ICLEI América del Sur, el Instituto Alexander von Humboldt y WRI (estudio de caso en la sección 5.8, Información sobre el apoyo para el fomento de la capacidad recibido por las partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 11 del Acuerdo de París).
- Planificación urbana basada en biodiversidad: recomendaciones para las ciudades de Leticia y Quibdó sobre cómo implementar y asegurar la gestión y conservación de la biodiversidad en su tránsito hacia un futuro más inclusivo y sostenible, implementadas por el Massachusetts Institute of Technology (MIT).
- GEF 7, Eficiencia energética para la transformación a ciudades carbono neutrales: proyecto orientado a reducir las emisiones de CO_2 mediante el incremento de la eficiencia energética en el sector de la construcción en las ciudades de Barranquilla, Cali y Pasto, ejecutado por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible con financiamiento del GEF y el apoyo del BID y el CAF.
- Plan de fortalecimiento de capacidades: Minambiente ofrece capacitación para la elaboración de Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales, instrumento que apoya a las entidades territoriales y autoridades

ambientales regionales en la identificación, evaluación, priorización y definición de medidas de adaptación y mitigación. Esta capacitación también se realiza en el marco de la Política de Gestión Ambiental Urbana y de la Ley 2476 de 2025, para alinear las agendas de biodiversidad y cambio climático en las ciudades.

Todo lo anterior consolida el rol del programa como plataforma nacional de acción climática urbana.

- Indicadores de Calidad Ambiental Urbana (ICAU): instrumentos técnicos que permiten evaluar, monitorear y analizar el estado del ambiente en las ciudades, así como el nivel de efectividad de las acciones orientadas a su protección y mejoramiento. A través de 16 indicadores, es posible medir y hacer seguimiento a cambios relevantes en la calidad ambiental en el marco de la Política de Gestión Ambiental Urbana (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2021). En relación con la adaptación, los ICAU facilitan la identificación de condiciones de vulnerabilidad y riesgo en los entornos urbanos, aportando información clave para fortalecer la resiliencia de las ciudades.
- Centro Virtual de Pensamiento para la Gestión Ambiental Urbana: espacio colaborativo en línea, conformado por una red de aliados del sector público, privado y de la sociedad civil, orientado a la generación de conocimiento, la innovación y el análisis del desarrollo urbano desde una perspectiva ambiental y de desarrollo sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). Se constituye en un instrumento clave para promover la integración del cambio climático en la gestión urbana, facilitando la difusión de conocimiento, buenas prácticas y herramientas que apoyen la mitigación y la adaptación.
- Guía metodológica para calificar el potencial de sostenibilidad de ciudades en Colombia: instrumento técnico para el análisis y la toma de decisiones a nivel de sostenibilidad local, basado en indicadores bajo tres dimensiones (social, ambiental y económica), orientado al cumplimiento del ODS 11 (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales & Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2023). La guía propone que los municipios ejecuten acciones de mitigación de GEI y de adaptación centradas en resiliencia territorial, gestión del riesgo y reducción de vulnerabilidad, implementadas a través de instrumentos de planificación (POT, PDM), indicadores de sostenibilidad y procesos participativos locales.
- Talleres territoriales para el proceso de actualización de la NDC 3.0 con gobiernos subnacionales y empresas: realizados en 2024 con la participación de entes territoriales, nodos de cambio climático, empresas y ONG, con apoyo técnico de Minambiente y el DNP, y metodológico del Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y la cooperación alemana en Colombia (GIZ). Este ejercicio permitió identificar y proponer medidas de adaptación y mitigación para el sector ciudad y para algunas ciudades y áreas metropolitanas.
- Perspectivas de los gobiernos subnacionales de Colombia para la actualización de la NDC 3.0 documento producto de la estrategia de

participación desarrollada por WRI y GIZ en apoyo a Minambiente, que recoge los objetivos, la metodología, los resultados y las recomendaciones para posicionar a los gobiernos subnacionales en la NDC, en el marco de la Coalición para Asociaciones Multinivel de Alta Ambición (World Resources Institute, 2024).

Retos y oportunidades

Aunque existen retos importantes en materia de acción climática en las ciudades de Colombia, la adaptación al cambio climático puede transformarse en una oportunidad significativa para favorecer el desarrollo urbano sostenible, aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los entornos urbanos y de sus habitantes.

A continuación, se relacionan algunos retos y oportunidades de las ciudades en Colombia, como insumo para aumentar y mejorar las medidas de adaptación urbana al cambio climático, con miras a contribuir al cumplimiento de las metas nacionales y a transformar las ciudades en centros clave de la acción climática del país.

Entre los principales retos se encuentra la urbanización acelerada y la desigualdad territorial, expresada en un crecimiento urbano desordenado, caracterizado por expansión periférica e informalidad, junto con una alta desigualdad socioespacial y un déficit de planificación con enfoque climático que limita la implementación efectiva de las políticas climáticas. A esto se suma una vulnerabilidad climática creciente: los escenarios climáticos (2021–2100) del país proyectan un incremento de temperatura promedio de 1,5 °C a 2 °C para el año 2050, así como una creciente variabilidad en las precipitaciones y mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos, lo que intensifica la vulnerabilidad en los territorios urbanos debido a la ocupación de zonas de riesgo, el déficit de infraestructura resiliente y la presión sobre los sistemas hídricos.

En el plano institucional, llevar la acción climática a todos los territorios y actores sociales se enfrenta a la fragmentación y la deficiente coordinación entre los niveles nación, departamento y municipio, así como entre los sectores del desarrollo, mientras que la integración entre la planificación urbana y la política climática aún es débil: la incorporación del cambio climático en el ordenamiento territorial requiere determinantes específicas y el fortalecimiento de la gestión del riesgo, además del desarrollo e implementación de planes de cambio climático con acciones concretas de adaptación para las ciudades. Estas limitaciones se agravan por la capacidad técnica limitada en ciudades intermedias y pequeñas, la necesidad significativa de fortalecimiento institucional, el acceso restringido a financiamiento climático urbano, dada la escasez de instrumentos financieros verdes a nivel local y la dependencia de la cooperación internacional, y una cultura ciudadana aún incipiente frente al

cambio climático, que exige mayor formación y apropiación social de sus impactos.

Frente a estos retos, el país cuenta también con oportunidades relevantes. El flujo creciente de recursos provenientes de mecanismos multilaterales asociados al Acuerdo de París, como el Fondo Verde para el Clima, el Fondo de Adaptación y la banca multilateral, que vienen priorizando proyectos urbanos de acción climática, puede aprovecharse alineando los proyectos urbanos de adaptación con la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050. La presión internacional por transformar las ciudades en espacios sostenibles, resilientes e inclusivos, impulsada por el ODS 11 y la Nueva Agenda Urbana, ofrece además estándares, indicadores y cooperación técnica que Colombia puede adoptar para mejorar su planificación y atraer cooperación internacional.

La biodiversidad, los recursos hídricos y el paisaje del país constituyen igualmente una ventaja para implementar infraestructura verde y azul urbana mediante soluciones basadas en la naturaleza, que además de contribuir a la adaptación climática pueden atraer financiamiento y generar cobeneficios sociales y económicos. A esto se suma el protagonismo creciente de los gobiernos urbanos en redes globales como C40 Cities o ICLEI, que permiten el intercambio de experiencias, la asistencia técnica y el acceso a financiamiento, y que el Sistema de Ciudades en Colombia puede aprovechar para fortalecer su participación. Finalmente, la aplicación de criterios ESG por parte del sector financiero mundial favorece proyectos urbanos sostenibles que integran medidas de adaptación, mientras que el contexto internacional de mayor ambición climática impulsa al país a fortalecer la gobernanza urbana climática y la articulación entre niveles de gobierno.

4.10. Plan de mejora

El presente informe retoma las oportunidades de mejora identificadas en el BTR1 con el fin de rendir cuenta sobre los avances alcanzados durante el periodo de reporte y de actualizar la hoja de ruta hacia el BTR3. Este ejercicio de trazabilidad responde a la función de aprendizaje del Marco de Transparencia Reforzado del Acuerdo de París (Decisión 18/CMA.1, párr. 7 y 8) y permite identificar tanto los progresos institucionales consolidados como las brechas que requieren atención continua. Para el presente reporte se identifican cuatro oportunidades de mejora, heredadas del BTR1 y correspondientes a los párrafos 108, 109, 112, 113 y 116 de las MPG, cada una con plazos diferenciados, actores responsables y necesidades de apoyo al fomento de capacidades. Estas oportunidades abarcan la alineación de instrumentos de política territorial con las metas de adaptación, la promoción de proyectos que integren soluciones basadas en la naturaleza y saberes locales, la estandarización de indicadores y el fortalecimiento de los sistemas de seguimiento, y el análisis del riesgo climático a partir de la mejora en la calidad y cobertura de los datos de vulnerabilidad. La Tabla 4-79 presenta las oportunidades de mejora identificadas en el presente reporte.

Tabla 4-79. Plan de Mejora BTR 2

MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones de mejora	Resultado esperado	Plazo tentativo	Responsable	Actores involucrados	Medios de implementación
107, 115, 116	Mejorar la calidad y cobertura de los datos climáticos y de vulnerabilidad para el análisis del riesgo climático.	1. Desarrollar análisis de riesgo climático, exposición y sensibilidad frente a los efectos adversos del cambio climático y las potenciales pérdidas y daños.	Análisis de riesgo climático actualizados y disponibles para apoyar la planificación sectorial y territorial.	BTR3	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, gobernaciones y NRCC.	Financiamiento para tecnología de modelación; capacitación técnica para interpretar y utilizar resultados; infraestructura para interoperabilidad de datos.
		2. Desarrollar inventarios de datos de vulnerabilidad local.	Inventarios territoriales estructurados y articulados con los sistemas nacionales de información climática.	BTR3	Gobernaciones		
		3. Desarrollar simulaciones regionales de impacto climático e integrar herramientas de modelación en las decisiones territoriales.	Simulaciones regionales disponibles y utilizadas como insumo para la toma de decisiones territoriales.	BTR3	IDEAM		
		4. Promover la incorporación de datos de vulnerabilidad en sectores priorizados.	Información de vulnerabilidad incorporada en instrumentos sectoriales de planificación y gestión climática.	BTR3	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible		
		5. Consolidar el SIIVRA como sistema nacional de referencia para la	SIIVRA fortalecido, actualizado y con mayor capacidad de consulta e interoperabilidad.	BTR3	IDEAM		

MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones de mejora	Resultado esperado	Plazo tentativo	Responsable	Actores involucrados	Medios de implementación
		planificación climática.					
		6. Establecer protocolos para estandarizar el flujo de datos entre los niveles local, subnacional y nacional, y su articulación con el SNICC y el Sistema de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación.	Protocolos de intercambio, reporte y validación de información adoptados por las entidades participantes.	BTR3	IDEAM		
108, 109	Fortalecer la integración de los objetivos y metas de adaptación en los instrumentos de planificación territorial.	1. Formular lineamientos nacionales para integrar los objetivos y metas de adaptación al cambio climático en los planes de ordenamiento territorial (POT), con base en información de riesgo climático.	Lineamientos nacionales formulados y disponibles para orientar la incorporación de la adaptación al cambio climático en los POT.	BTR3	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, IDEAM, DNP, autoridades ambientales, gobernaciones y alcaldías.	Asistencia técnica especializada; información de riesgo climático; espacios de concertación interinstitucional; recursos para formulación y socialización de lineamientos.
		2. Formular orientaciones metodológicas para incorporar objetivos, metas y acciones de adaptación en los planes de desarrollo territorial (PDT).	Orientaciones metodológicas formuladas para apoyar la integración de la adaptación en los procesos de planeación territorial.	BTR3	DNP		
		3. Desarrollar procesos regionales de asistencia técnica para la articulación	Entidades territoriales fortalecidas para articular los	BTR3	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible		

MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones de mejora	Resultado esperado	Plazo tentativo	Responsable	Actores involucrados	Medios de implementación
		normativa y metodológica de los instrumentos de planificación territorial y de gestión del cambio climático.	instrumentos de planificación y gestión climática dentro de sus competencias.				
		4. Implementar un ejercicio piloto para incorporar metas y acciones de adaptación en los PDT de, al menos, diez departamentos priorizados con base en análisis de riesgo climático.	Al menos diez departamentos incorporan metas y acciones de adaptación sustentadas en información de riesgo climático en sus instrumentos de planeación.	BTR3	Gobernaciones participantes		
		5. Incorporar orientaciones sobre enfoques de género, diversidad, participación y reconocimiento de las condiciones territoriales en los lineamientos y procesos de asistencia técnica para la planificación de la adaptación.	Lineamientos e instrumentos territoriales de adaptación incorporan orientaciones diferenciales y mecanismos de participación pertinentes para cada territorio.	BTR3	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, sujeto a validación institucional		
109, 110	Promover proyectos que integren soluciones basadas en la naturaleza y saberes locales.	1. Financiar proyectos piloto liderados por pueblos indígenas y afrodescendientes	Proyectos piloto de adaptación basados en la naturaleza implementados con participación comunitaria y reconocimiento de los saberes locales.	BTR3	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, sujeto a validación institucional	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, comunidades, academia y cooperación internacional,	Financiamiento para proyectos piloto; asistencia técnica para formulación e implementación; fortalecimiento de capacidades

MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones de mejora	Resultado esperado	Plazo tentativo	Responsable	Actores involucrados	Medios de implementación
		2. Priorizar soluciones basadas en la naturaleza con monitoreo de impacto, énfasis en agroforestería y restauración ecológica.	Soluciones basadas en la naturaleza implementadas en territorios priorizados, con medidas de seguimiento de sus resultados ambientales y sociales.	BTR4	Entidades territoriales y autoridades ambientales competentes, sujeto a validación	Gobernaciones, alcaldías, autoridades ambientales.	comunitarias; Orientaciones metodológicas; asistencia técnica para formulación de indicadores; fortalecimiento de capacidades en seguimiento y evaluación.
		3. Incorporar indicadores de impacto socioeconómico y ambiental en los proyectos.	Proyectos de adaptación basados en la naturaleza cuentan con indicadores definidos para hacer seguimiento a sus resultados ambientales, sociales y económicos.	2028	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e IDEAM, sujeto a validación institucional		
112, 113, 116	Estandarizar indicadores y fortalecer los sistemas de seguimiento para evaluar los resultados de las medidas de adaptación.	1. Diseñar y adoptar orientaciones nacionales para la formulación, seguimiento y reporte de indicadores de adaptación.	Orientaciones nacionales disponibles para apoyar la formulación y el seguimiento de indicadores de adaptación en los niveles nacional, sectorial y territorial.	2027	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, gobernaciones y DNP.	Financiamiento para la elaboración de las orientaciones; asistencia técnica para su implementación y validación; capacitación en gestión, análisis y reporte de indicadores de adaptación.
		2. Armonizar los indicadores nacionales, sectoriales y territoriales de adaptación con el PNACC, la NDC y la	Indicadores de adaptación articulados con los principales instrumentos nacionales e internacionales de	2028	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible		

MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones de mejora	Resultado esperado	Plazo tentativo	Responsable	Actores involucrados	Medios de implementación
		Meta Global de Adaptación.	planificación y seguimiento.				
		3. Fortalecer la articulación del SIIVRA y del sistema de monitoreo y evaluación de la adaptación con los sistemas sectoriales y territoriales de información.	Sistemas de información y seguimiento de la adaptación con mayor articulación, interoperabilidad y capacidad de reporte.	2029	IDEAM		
		4. Validar las orientaciones y los indicadores de adaptación mediante procesos de consulta técnica con actores sectoriales, territoriales y comunitarios.	Indicadores revisados y ajustados con base en aportes técnicos y territoriales, con criterios documentados de validación.	2028	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible		
		5. Establecer mecanismos de revisión técnica y control de calidad para verificar la consistencia, trazabilidad y comparabilidad de la información reportada sobre adaptación.	Reportes de adaptación sometidos a procedimientos definidos de revisión técnica y control de calidad.	2029	IDEAM		

Fuente. Elaboración propia.

4CNCC

Ambiente | IDEAM

Capítulo 5

Financiación, transferencia de tecnología y fomento de capacidad



5. Información sobre la financiación, la transferencia de tecnología y el fomento de capacidad necesarios y recibidos en virtud de los Artículos 9, 10 y 11 del Acuerdo de París, de conformidad con el Capítulo VI de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (Decisión 18/CMA.1).

AUTORES

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam

Carol Samanta Narváez Blanco	ORCID - ID: 0009-0005-8378-8343
Elizabeth Patiño Correa	ORCID - ID: 0000-0002-4706-6408
Leonardo Alfredo Pineda Pardo	ORCID - ID: 0000-0001-6645-6615
Yennifer Alexandra Buriticá Salcedo	ORCID - ID: 0009-0003-6404-0941

Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Claudia Giovanna Rivera Tirado	ORCID - ID: 0009-0005-4425-9852
Bilma Alexandra Romo Lucero	ORCID - ID: 0009-0009-2105-241X
Dalia Mercedes Buitrago Benavides	ORCID - ID:0009-0002-6840-8160
Laura Hernández Gómez	ORCID - ID: 0009-0000-6854-9807
Sindy Andrea Gómez Caro	ORCID - ID: 0009-0008-3638-5025

Departamento Nacional de Planeación

Camilo Álvarez-Espinosa	ORCID - ID: 0009-0001-0399-2821
Yolima Paola Sánchez Vargas	ORCID-ID: 0000-0003-2824-0607

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Jessica Pinilla Orozco	ORCID - ID: 0009-0004-5042-2292
Juan Sebastián Valle Parra	ORCID - ID: 0000-0001-7092-6034

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis"

Alejandra Vega Cabrera	ORCID - ID: 0000-0003-1472-9209
Desireé Hernández-Narváez	ORCID - ID: 0000-0001-6555-1290

COORDINACIÓN TÉCNICA DEL CAPITULO

Yennifer Alexandra Buritica Salcedo
Carol Samanta Narvaéz Blanco
Leonardo Alfredo Pineda Pardo

REVISORES DE PRIMERA PARTE

Departamento Nacional de Planeación

Camilo Álvarez-Espinosa

COLABORADORES

Proyecto GEF CBIT "Transparencia Climática Colombia" (Ideam - PNUD - Fundación Natura): Laura María Aranguren Niño. **Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD -Fundación Natura):** Juan Camilo Molina Betancur

AGRADECIMIENTOS

Reconocimiento a las entidades que participaron activamente con información, dedicación y esfuerzos para la construcción del capítulo.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; **Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación**; Ministerio de Educación; **Ministerio de Industria, Comercio y Turismo**: Ministerio de Salud y Protección social; **Ministerio de Transporte**; Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio; **Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia – APC**; Banco Interamericano de Desarrollo BID – Divisiones de Agua y Energía; **Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI**; Instituto Nacional de Salud – INS; **Instituto Nacional de Vías – INVIAS**; Instituto de Investigaciones del Pacífico – IIAP; **Instituto Alexander Von Humboldt**; Agencia Nacional de Infraestructura – ANI; **Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC**; Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA; **Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD**; Aeronáutica Civil de Colombia – AEROCIVIL; **Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR**; Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE; **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM**; Departamento Nacional de Planeación – DNP; **Fondo de Adaptación**; Parques Nacionales Naturales de Colombia – PNN; **Unidad de Planeación Minero-Energética- UPME**; Universidad de los Andes; **Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca**; Universidad Autónoma de Occidente; **Universidad Militar Nueva Granada**, Universidad Sergio Arboleda; **Universidad EAFIT – Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento**, Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito; **Universidad de La Sabana**; Cenicafé; **Asobancaria**; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA; **Banco Agrario de Colombia**; Fondo para el financiamiento del sector agropecuario – FINAGRO; **Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá**; Fundación Natura; **Connect Bogotá Región**; A2censo- producto de Bolsa de Valores de Colombia filial de NUAM; **Agencia de Desarrollo tecnológico región Pacífico REDDI**; **Nodo regional Antioquia de cambio climático:** (Alcaldía de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare-CORNARE); **Nodo regional Amazonía de cambio climático**: (Dirección territorial de Parques Naturales Amazonía y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia- CORPOAMAZONIA)



5.1. Introducción

Los capítulos precedentes evidencian que Colombia ha consolidado su arquitectura institucional para la acción climática. Este proceso tiene como punto de partida la creación del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) mediante el Decreto 298 de 2016, el cual se estableció como la plataforma principal de gobernanza intersectorial para articular los esfuerzos nacionales. Un hito fundamental que permitió el fortalecimiento del SISCLIMA fue la expedición de la Ley 1931 de 2018, la cual, a través de su artículo 4, modificó la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), optimizando la coordinación de políticas públicas entre las carteras ministeriales. Esta estructura se ha robustecido con la promulgación de la Ley de Acción Climática (Ley 2169 de 2021), que define las metas mínimas de carbono neutralidad y resiliencia, y la presentación en 2025 de la tercera actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0). En conjunto, este marco normativo e institucional constituye el soporte técnico sobre el cual se construyen y articulan los medios de implementación para cumplir los compromisos climáticos del país.

Acorde con el capítulo VI de las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) se establecen los lineamientos que los países en desarrollo han de seguir para reportar el apoyo recibido y requerido para la acción climática, y, de acuerdo con el Marco Reforzado de Transparencia, se ha de incluir en los Informes Bienales de Transparencia, información relativa al apoyo en cuatro áreas (Departamento Nacional de Planeación & Banco Interamericano de Desarrollo, 2025):

- Financiamiento (Artículo 9),
- Transferencia de Tecnología (Artículo 10),
- Fomento de capacidades (Artículo 11), y
- Transparencia climática (Artículo 13)

En respuesta a esto, el país conformó un equipo de trabajo con especialistas en cada área temática, con el propósito de diseñar e implementar metodologías para la recopilación y análisis de información sobre dichos apoyos requeridos y recibidos para la acción climática del país, incluyendo estudios de caso y estandarización del componente uso, impactos y resultados.

Respecto a los sectores definidos para el proceso, se acogió la actualización de la clasificación sectorial del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de Financiamiento Climático, la cual responde a la necesidad de reflejar con mayor precisión la forma en que Colombia organiza e implementa sus compromisos. La metodología del sistema fue actualizada durante el año 2025 tomando como referencia las medidas de mitigación y adaptación de la NDC 2020 (vigente durante el periodo de reporte), estructuradas a partir de las competencias de

siete ministerios sectoriales: Minas y Energía, Agricultura y Desarrollo Rural, Ambiente y Desarrollo Sostenible, Transporte, Vivienda, Ciudad y Territorio; Comercio, Industria y Turismo, y Salud. A estos se suman las acciones de naturaleza intersectorial agrupadas en tres ejes: Control a la Deforestación, Gestión del Riesgo y acciones Transversales. Este enfoque refleja cómo Colombia planifica, prioriza y ejecuta su acción climática en el territorio (Departamento Nacional de Planeación & Banco Interamericano de Desarrollo, 2025). Dichos sectores se muestran en la Figura 5-1.



Figura 5-1. Sectores de la Taxonomía del MRV de Financiamiento Climático, actualización 2025

Fuente. Elaboración propia

Dado que los sectores exigidos por la CMNUCC para los reportes internacionales difieren ligeramente, y para garantizar la coherencia entre ambos sistemas, se definió una correlativa metodológica entre los sectores del Sistema MRV (basados en los sectores con compromisos en la NDC) y los sectores definidos por la CMNUCC, que permite agrupar y agregar la información clasificada a nivel nacional de acuerdo con los requerimientos de presentación internacional. En la Figura 5-2. se presenta la relación entre los sectores NDC Colombia y los sectores de reporte de la CMNUCC.

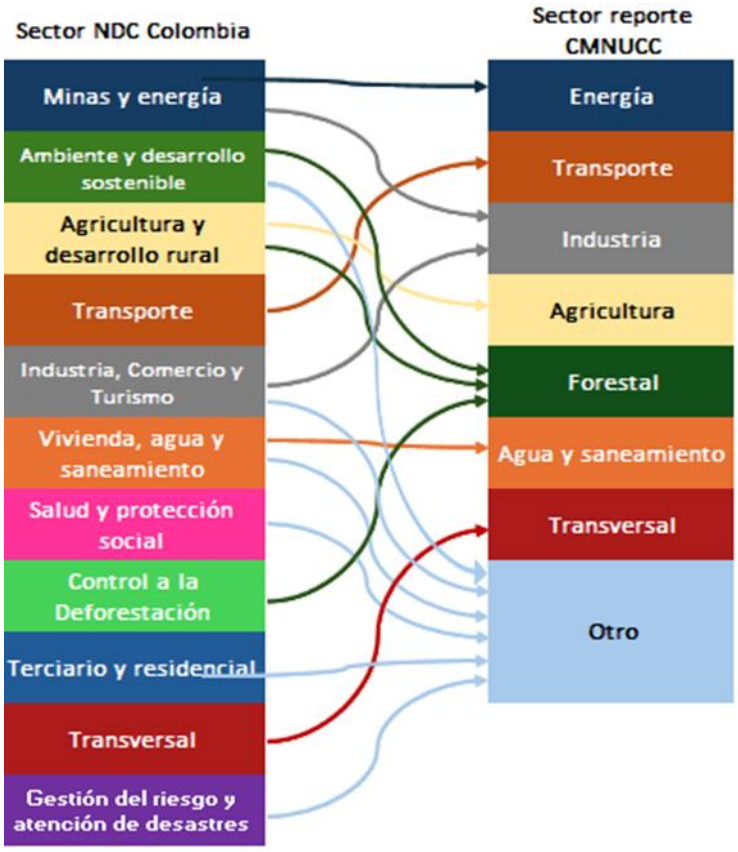


Figura 5-2. Relación entre sectores NDC Colombia actualizado en la taxonomía del sistema MRV 2025 y sectores CMNUCC

Fuente. Elaboración propia

El capítulo se compone en primer lugar, de un reporte de los avances realizados durante el bienio en el desarrollo de estrategias e instancias institucionales y respecto al sistema MRV de financiamiento climático; luego, prosigue con un marco para las temáticas que componen el capítulo, así como una síntesis de las limitaciones para declarar el apoyo requerido y recibido. En segundo lugar, se presentan las definiciones relevantes utilizadas nacionalmente para la identificación y comprensión de la información reportada, así como seis metodologías diseñadas específicamente y de manera endógena, para la declaración de información en apoyo requerido y recibido para el Financiamiento a la acción climática, el Desarrollo y Transferencia de Tecnologías, el Fomento a la Capacidad y la Transparencia Climática.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en Financiamiento requerido y recibido, incluyendo análisis transversal de información y tendencia por sector, mostrándose las cifras y envergadura del apoyo en cooperación internacional que se espera y el que se ha otorgado. La información prosigue con los resultados del componente de Desarrollo y Transferencia de Tecnologías, el cual reporta necesidades identificadas y analizadas tanto mediante metodología nacional establecida, como mediante la definida por el CTCN a través de

evaluación de necesidades tecnológicas, en el primer caso se realizaron análisis por categorías transversales (tipo de apoyo, etapa del ciclo tecnológico, sector) y detallados por los sectores, se resalta la obtención de mapa de tecnologías y radar por sector; así mismo en lo relativo a apoyo recibido se muestran las tendencias categorizadas y un análisis acerca del ciclo tecnológico en qué se ubica este apoyo.

El capítulo continúa con los resultados respecto a Fomento a la Capacidad, en los cuales se identifica de manera transversal el tipo de apoyo, el tipo de necesidad y la esfera o tema central de las necesidades declaradas, así como un análisis para el top 3 de sectores que estas representan; la información se complementa con la identificación de enfoques y vértices de mejora nacionales para seguir avanzando en la construcción de capacidades institucionales, sistémicas e individuales; así mismo se presenta un análisis general para el apoyo recibido a través de cooperación internacional.

Respecto al componente de Transparencia climática, se muestran los resultados y análisis tanto para el apoyo reportado como requerido, como para el apoyo recibido a través de organismos y cooperantes para dicha sección. El capítulo finaliza con la presentación de los avances realizados de acuerdo con el Plan de Mejora reportado en el informe BTR1 para la elaboración del informe BTR2, así como las propuestas de mejora para el siguiente informe BTR3.

5.2. Circunstancias nacionales, arreglos institucionales y estrategias determinadas por los países (MPG 130)

5.2.1. Comité de Gestión Financiera (CGF) del SISCLIMA

En el marco del Sistema Nacional de Cambio Climático (en adelante SISCLIMA), el Comité de Gestión Financiera (CGF) opera como una instancia de coordinación orientada a fortalecer la movilización, gestión y seguimiento del financiamiento climático en el país. Para el cumplimiento de sus funciones y en apoyo a la implementación del plan de acción de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático, el CGF cuenta con siete mesas internas de trabajo:

i) Proyectos Sectoriales y Territoriales para la Acción Climática
ii) Taxonomía Verde de Colombia
iii) Mesa de Información de Gasto y Financiamiento Ambiental y Climático (MIGFAC)
iv) Subcomité de Finanzas Verdes

v) Sector Financiero, Inversión Privada y Banca de Desarrollo
vi) Gestión del Riesgo Financiero Asociado al Clima y la Pérdida de Biodiversidad
vii) Financiamiento de Fuentes Públicas e Internacionales

La Mesa de Información de Gasto y Financiamiento Ambiental y Climático (MIGFAC) corresponde a la integración de dos instancias que compartían objetivos y componentes técnicos asociados al monitoreo, análisis y reporte del gasto e inversión ambiental y climática: la Mesa Interinstitucional de Gasto y Financiamiento Ambiental (MIGFA) y la Mesa del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) del Financiamiento Climático. Esta integración se formalizó en diciembre de 2025, con la aprobación de los integrantes del Comité de Gestión Financiera (CGF) del SISCLIMA, y permite complementar esfuerzos y fortalecer las capacidades institucionales en la generación, gestión y análisis de información relacionada con el financiamiento ambiental y climático. Asimismo, constituye una oportunidad estratégica para avanzar en un trabajo conjunto, coordinado y coherente, orientado a consolidar procesos metodológicos, tecnológicos y de gobernanza de la información, reducir duplicidades, promover la interoperabilidad entre sistemas y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia.

5.2.2. Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (ENFC)

La implementación de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (en adelante, ENFC) requiere una articulación efectiva entre los actores involucrados, con el fin de garantizar acciones coordinadas, complementarias y sinérgicas para la movilización y gestión del financiamiento climático. En este sentido, la ejecución del plan de acción de la ENFC se desarrolla a través de las mesas de trabajo del Comité de Gestión Financiera (CGF) del SISCLIMA, las cuales contribuyen al cumplimiento de las líneas estratégicas y transversales definidas por la Estrategia.

El plan de acción de la ENFC contempla acciones indicativas para el corto plazo, con horizonte a 2025, y para el largo plazo, con horizonte a 2030. Con corte a 2025, el estado general de implementación muestra un avance del 72% en la ejecución del plan de acción de corto plazo, destacándose el desempeño de las líneas asociadas al desarrollo de instrumentos económicos y financieros, así como a la generación y fortalecimiento de capacidades.

Los avances por línea se resumen a continuación:

Línea 1. Desarrollo de instrumentos económicos y financieros: registra un avance del 91 %, lo que la convierte en la línea con mejor desempeño. Entre los

principales logros se destacan los ejercicios desarrollados en el marco de la Mesa de Taxonomía Verde de Colombia; la destinación del 80 % de los recursos provenientes del impuesto nacional al carbono al Fondo para la Vida y la Biodiversidad, conforme al Decreto 1648 de 2023; y los avances en la expedición del proyecto de decreto que reglamenta el artículo 22 de la Ley 2169 de 2021, relacionado con la definición de las condiciones, los criterios y el marco institucional requerido para el funcionamiento de los mercados de carbono en Colombia.

Línea 2. Gestión y acceso a fuentes de financiamiento: presenta un avance del 70 %. En esta línea se resalta el trabajo conjunto entre el DNP y Asobancaria para la construcción de un inventario de productos financieros verdes, así como las gestiones adelantadas con el Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés) y el desarrollo el de la guía de trazadores presupuestales para el cambio climático y la Gestión de Riesgo a Desastres.

.

Línea 3. Apoyo a la priorización y estructuración de proyectos: registra un avance del 72 %. Se destaca el desarrollo del Corredor de Financiamiento Climático, los ciclos de impulso empresarial, conformación formal de la mesa de trabajo de Proyectos Sectoriales y Territoriales, integrada por los nodos regionales de cambio climático, en el marco del Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA.

Línea 4. Generación y fortalecimiento de capacidades: presenta un avance del 73 %. Los principales avances se relacionan con el fortalecimiento y mejora de la gobernanza del Comité de Gestión Financiera (CGF), así como con el desarrollo de herramientas para la divulgación de información en materia de financiamiento climático, entre ellas la Plataforma de Finanzas del Clima y el evento anual de Finanzas del Clima. Asimismo, se destacan acciones orientadas al fortalecimiento de capacidades, como el Curso Virtual de Cambio Climático y Gestión del Riesgo del MADS, y el Curso de Finanzas del Clima del DNP.

Línea 5. Gestión del conocimiento y la información: registra un avance del 49 %. En esta línea, se han logrado avances relevantes en materia de información sobre financiamiento climático, entre ellos la actualización periódica del Sistema MRV de Financiamiento Climático, la elaboración de documentos de análisis sobre la relación entre la taxonomía del Sistema MRV y la Taxonomía Verde de Colombia, así como la producción de boletines de cambio climático orientados al análisis del gasto público en esta materia. Adicionalmente, se ha avanzado en la ampliación del alcance del Sistema MRV para el rastreo de inversiones en biodiversidad y recurso hídrico. En cuanto al costeo de necesidades financieras, actualmente se trabaja en el desarrollo de una herramienta para su estimación. Si bien esta línea registra un cumplimiento cercano al 50 %, se encuentran en curso desarrollos que contribuirán a avanzar hacia su cumplimiento integral.

5.2.3. Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación de Financiamiento Climático (MRV de Financiamiento Climático)

El sistema MRV de financiamiento climático es la herramienta utilizada para monitorear, reportar y verificar los recursos destinados a financiar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en el país. Esta herramienta es administrada por el DNP.

En el marco del proceso de fortalecimiento y ampliación del alcance del Sistema MRV de financiamiento climático, durante 2025 y lo corrido de 2026 se registraron los siguientes avances:

- **Actualización metodológica del Sistema MRV de financiamiento climático:** en 2025 se publicó la guía metodológica actualizada del Sistema MRV de financiamiento climático, conforme a los requerimientos del Marco Reforzado de Transparencia. Esta guía ofrece orientaciones para fortalecer los procesos de rastreo, clasificación, medición, reporte y verificación del financiamiento climático. Su actualización contó con el apoyo del proyecto International Climate Initiative (IKI), a través del Fondo de Fomento de la Política Fiscal para el Cambio Climático en América Latina y el Caribe, gestionado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- **Desarrollo metodológico para el rastreo de inversiones en biodiversidad:** en 2025 se desarrolló la metodología para identificar y estimar los recursos destinados a la biodiversidad. Como resultado, se estimaron las inversiones asociadas a esta agenda para las vigencias 2023 y 2024, considerando las fuentes de financiamiento público, privado y de cooperación internacional. Su desarrollo contó con el apoyo de la Corporación Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán).
- **Avances en la metodología de rastreo de inversiones en recurso hídrico:** durante 2025 y lo corrido de 2026 se avanzó en el desarrollo de una metodología para el rastreo de inversiones destinadas a la gestión integral del recurso hídrico, con el propósito de fortalecer la medición y análisis de los recursos movilizados hacia esta agenda ambiental.
- **Estimación del financiamiento desalineado con la acción climática:** durante 2025 se desarrolló una metodología para estimar el financiamiento desalineado con la acción climática. A partir de esta, se realizó una primera estimación para el sector público correspondiente al periodo 2014-2024, lo que permite avanzar en el análisis de consistencia entre el gasto público y los objetivos climáticos del país. Su desarrollo contó con el apoyo del proyecto International Climate Initiative (IKI), a través del Fondo de Fomento de la Política Fiscal para el Cambio Climático en

América Latina y el Caribe, gestionado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

5.2.4. Marco componente Financiamiento

El componente de financiamiento para la acción climática nacional demanda una arquitectura financiera con la capacidad de traducir los compromisos de la NDC y de la Ley 2169 de 2021 en flujos de inversión efectivos, oportunos y verificables, articulando recursos públicos, privados, de cooperación internacional y de la banca de desarrollo en torno a un portafolio de metas y medidas definido por el país. Esta arquitectura debe madurar conforme a las necesidades establecidas en aras de garantizar la disponibilidad de recursos, el fortalecimiento de las capacidades de estimación y costeo, y la consolidación de instrumentos financieros ajustados a las realidades sectoriales y territoriales del país.

Si bien existen algunas limitaciones estructurales que condicionan la movilización efectiva del financiamiento climático, especialmente la disponibilidad de información financiera consolidada y comparable entre sectores, el país busca enfocarse en estrategias de superación de barreras para que el financiamiento climático opere como una agenda conectada al propósito nacional de transición.

Desde la institucionalidad pública, liderada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) en articulación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), se promueve un modelo de seguimiento financiero que progresivamente se ha estructurado y que avanza desde reportes cualitativos hacia ejercicios cuantitativos basados en metodologías de costeo bottom up. La visión de diferenciar con mayor precisión entre el costo total de una meta climática, el financiamiento ya asignado, las brechas de financiamiento requerido y los proyectos para los cuales se recibe apoyo internacional, hace parte del trabajo en consolidación; este enfoque busca que la estimación de necesidades financieras reduzca la dependencia de estimaciones agregadas o genéricas, con el foco de fortalecer la capacidad de respuesta financiera ante las particularidades de cada sector.

Por su parte, la movilización de financiamiento climático en Colombia tiene un rol determinante en el escalamiento de las acciones en mitigación y adaptación hacia los sectores con mayor necesidad de transformación, a través de instrumentos como donaciones, créditos concesionales y mecanismos de cofinanciación público-privada. Se busca trascender a identificar montos requeridos, fomentando un ecosistema financiero donde las entidades sectoriales, la banca de desarrollo y los cooperantes internacionales construyan

colaborativamente rutas de financiamiento ajustadas a la naturaleza de cada meta climática.

Profundizar la colaboración entre las entidades generadoras de información financiera, como el DNP y los sectores responsables de la implementación, es vital para canalizar recursos hacia áreas críticas como la restauración de ecosistemas como humedales, sabanas, páramos, manglares; la transición industrial baja en carbono, la movilidad activa y el fortalecimiento de sistemas de monitoreo climático. Estos esfuerzos, respaldados por instrumentos como la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático y el Corredor de Financiamiento Climático - Plataforma País, permiten que el financiamiento climático se constituya en una base sólida hacia la implementación efectiva de la NDC.

Es también relevante que la estimación y movilización del financiamiento climático para este BTR2, cuenta con elementos metodológicos más sólidos, que paulatinamente están armonizando las distintas fuentes de información disponibles, mejorando la solidez financiera de su reporte climático, bajo la premisa de que este depende tanto de la magnitud de los montos identificados, como de la calidad y trazabilidad de la información que sustenta las cifras. Por ello, los procesos de validación con las entidades sectoriales, la actualización de herramientas de costeo como las curvas de costos marginales de abatimiento, y el fortalecimiento de esquemas de seguimiento a la NDC a través de plataformas como +Clima, buscan tanto consolidar variables de trabajo, como las capacidades técnicas desiguales para reportar de manera oportuna.

El fortalecimiento del componente financiero climático en Colombia muestra que el país ha ganado aprendizaje a través de metodologías depuradas, procesos de validación con las entidades sectoriales, la actualización de herramientas de costeo como las curvas de costos marginales de abatimiento y la herramienta de costeo, el fortalecimiento de plataformas de seguimiento como +Clima, y la consolidación del Sistema MRV de financiamiento climático. Esta trayectoria de maduración de lo cualitativo a lo cuantitativo y de lo fragmentado a lo articulado, es signo de la creciente autonomía técnica nacional y de la reflexión sobre los puntos que han requerido mejoras en el bienio y sucesivos reportes.

5.2.5. Marco componente Desarrollo y Transferencia de Tecnologías

En el componente tecnológico para Colombia, la acción climática demanda ecosistemas sectoriales, ambiental y en ciencia, tecnología e innovación, que maduren conforme a las necesidades priorizadas por el país, así como acciones articuladas que garanticen financiamiento oportuno, aumento de las capacidades técnicas, investigación y desarrollo pertinentes, e innovación y transferencia de tecnologías ajustadas a las realidades nacionales. A su vez,

existen brechas persistentes que condicionan la implementación efectiva de las medidas climáticas, especialmente dados los retos estructurales del país, donde las necesidades deben vincularse con prioridades nacionales urgentes como la reducción de la pobreza, un país más equitativo y la paz.

El fortalecimiento de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación (I+D+i) representa un motor fundamental para transitar de los compromisos internacionales a la implementación territorial efectiva. Desde las políticas públicas, lideradas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en articulación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Departamento Nacional de Planeación, se promueve un modelo de "Ciencia para la paz y la vida" que prioriza misiones estratégicas en bioeconomía, soberanía alimentaria y transición energética. Este enfoque busca que la generación de conocimiento no sea un ejercicio aislado, sino una herramienta técnica que permita al país tomar decisiones basadas en evidencia científica con aporte nacional, reduciendo la dependencia de soluciones genéricas y fortaleciendo la capacidad de respuesta ante las particularidades climáticas de las diferentes regiones naturales y culturales del país.

Por su parte, la acción privada tiene un rol determinante en el escalamiento de estas soluciones a través de la inversión en innovación y la transferencia de tecnología de doble vía. No se trata simplemente de la adquisición de maquinaria o licencias nacionales o extranjeras, sino de fomentar un ecosistema donde la academia y el sector empresarial colombiano co-creen tecnologías ajustadas a la infraestructura y geografía nacional. La colaboración entre las entidades generadoras de conocimiento y el sector productivo es vital para desarrollar técnicas y tecnologías útiles en lo local en áreas críticas como la agricultura climáticamente inteligente, sistemas de economía circular y tecnologías de bajas emisiones. Estos esfuerzos privados, incentivados por beneficios tributarios, políticas sectoriales de fomento e implementación de proyectos y sellos de sostenibilidad, permiten que la tecnología sea un catalizador hacia la industrialización verde y gestión sostenible en transporte, industria, agua, agricultura, energía y salud; convirtiendo los desafíos climáticos en oportunidades para mejorar la competitividad nacional y los escenarios de transición hacia la carbono neutralidad.

Para que la transferencia tecnológica sea verdaderamente pertinente, debe estar anclada a las realidades territoriales y al diálogo de saberes. Colombia reconoce que la innovación no es exclusivamente de alta complejidad tecnológica, sino que incluye la innovación social y la validación de conocimientos técnicos, combinando prácticas locales e incluso ancestrales en algunos casos. Una tecnología es efectiva solo si es apropiable por las comunidades en el territorio, por ello, los procesos de transferencia deben considerar variables como la conectividad en zonas rurales dispersas, la vulnerabilidad de los ecosistemas de páramo y selva, y las dinámicas socioeconómicas de los municipios. Solo mediante este enfoque diferencial se garantiza que las herramientas en

adaptación, mitigación y monitoreo sean sostenibles en el tiempo y respondan a las necesidades reales de quienes habitan las zonas más expuestas a la crisis climática.

5.2.6. Marco componente Fomento a la Capacidad

El fomento de la capacidad implica el desarrollo de habilidades y competencias transversales y habilitadoras que maduren en sintonía con las metas nacionales y las exigencias internacionales de transparencia. Esta evolución requiere de acciones articuladas que garanticen el fortalecimiento de las destrezas técnicas, la consolidación de la gobernanza colaborativa y la estructuración de procesos estandarizados que potencien la resiliencia en los territorios. Sin embargo, persisten barreras metodológicas, institucionales y de reporte, tales como la ausencia de indicadores estandarizados, la difusa asignación de roles interinstitucionales y la desconexión en el suministro continuo de información.

Para abordar estos retos, la acción nacional progresa entre las entidades gubernamentales, los actores no estatales y la cooperación internacional tiene un rol determinante en el escalamiento de estas capacidades mediante flujos continuos de asistencia técnica e intercambio de experiencias, pues la colaboración multiactor es vital para canalizar el apoyo nacional e internacional hacia el financiamiento climático territorial. Estos esfuerzos conjuntos, respaldados por plataformas de seguimiento como +Clima y herramientas de captura continua, permiten que el fomento de la capacidad sea un promotor de la gobernanza climática, la educación, sensibilización y formación de públicos y fortalecimiento organizacional público privado.

Las necesidades y el apoyo que recibe Colombia en fomento de la capacidad están avanzando desde asistencias específicas hacia esquemas más estructurales y de largo plazo. El país está clasificando y priorizando sus requerimientos bajo tipologías que abarcan el fortalecimiento institucional y normativo, la capacitación técnica especializada en metodologías de medición y reporte, las lecciones aprendidas en buenas prácticas transferibles y la construcción de una base de capital humano calificado para liderar las agendas climáticas locales y nacional.

El país busca que el robustecimiento en sus capacidades no se restrinja a las esferas de alta complejidad técnica del nivel central, sino que incluya enfoques diferenciales, étnicos, de género y generacionales, que validen las prácticas locales y los conocimientos de las comunidades, pues el éxito de cualquier marco de fomento de la capacidad radica en su descentralización y en su capacidad de generar arraigo en el territorio. Esto permite abordar de manera realista, determinantes estructurales como el ordenamiento territorial sostenible, la protección de ecosistemas estratégicos vulnerables y las históricas limitaciones

operativas de las administraciones locales más dispersas. Se considera que la construcción de capacidades inclusivas y con enfoque diferencial, representa la ruta para democratizar la acción climática, asegurando que las herramientas de planificación y gestión sean motores nacionales de transformación.

5.2.7. Dificultades y limitaciones para identificar, someter a seguimiento y declarar el apoyo requerido y recibido

Colombia enfrenta barreras tanto coyunturales como estructurales para declarar el apoyo recibido y requerido. De acuerdo con la recopilación de información y análisis nacional experto, estas se agrupan en siete dimensiones:

1. Limitaciones metodológicas: A nivel conceptual existe una barrera significativa derivada de la complejidad de los términos "desarrollo y transferencia de tecnología" o de “fomento a la capacidad”. La falta de ejemplos prácticos o referentes dificulta la traducción de las directrices generales de la CMNUCC a procedimientos operativos locales. Esta ambigüedad a menudo resulta en una recopilación de datos con algunas inconsistencias, donde no existe una distinción clara entre lo que constituye una necesidad de información y una verdadera transferencia de capacidades o tecnología que incluyan el flujo de conocimientos y habilidades técnicas.

   Por otro lado, la integración de definiciones consistentes en los sistemas nacionales de información se ve obstaculizada por la existencia de ‘silos institucionales’. Cada entidad suele operar bajo sus propios marcos y conceptos técnicos (explícitos o no), por tanto, armonizar estas definiciones a nivel nacional es un desafío para la implementación metodológica, que requiere de evolución en el tiempo para nivelar conceptos y mejorar los flujos de información disponible.

   Así mismo, se evidencia una falta de estandarización y apropiación metodológica para la estimación de costos de metas y medidas de mitigación, adaptación y medios de implementación como punto de partida para la estimación del apoyo financiero requerido.

2. Limitaciones técnicas: La gestión de información para los componentes técnicos del capítulo se ve afectada por aún nacientes procesos estandarizados y adoptados por los responsables del reporte del BTR para la determinación estructurada de sus necesidades sectoriales y nacionales. A esto se suma, los pocos o inexistentes indicadores que permitan medir, evaluar y hacer un seguimiento a la gestión y al impacto real de las

actividades de fortalecimiento o desarrollo implementadas, lo que impide evidenciar con datos objetivos los rezagos del país. Así mismo, se identifica una carencia en metas directas y especificaciones concretas sobre fomento de la capacidad y transferencia de tecnología dentro de la NDC nacional, lo que causa que los requerimientos identificados para las diferentes medidas climáticas respondan centralmente a un nivel sectorial.

3. Limitaciones institucionales y de gobernanza: En el plano institucional, el principal obstáculo radica en la difusa asignación de responsabilidades y roles específicos para recopilar, validar y consolidar la información sobre financiamiento, fomento de capacidades y tecnologías en cada una de las fases que componen el ciclo de reporte del apoyo requerido. A esta debilidad se suma la falta de protocolos formales de coordinación interinstitucional, lo que genera una alta dependencia de ejercicios de reporte aislados y coyunturales en lugar de un flujo constante de datos; como consecuencia directa, se evidencia limitada articulación práctica entre las entidades gubernamentales y los demás actores clave del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) al momento de identificar las sinergias del apoyo. Adicionalmente, la articulación interinstitucional tuvo limitaciones durante el presente ciclo de reporte, dado que no todas las carteras y entidades que tienen responsabilidades directas en el cumplimiento de las metas y compromisos climáticos del país realizaron reporte a través de las herramientas dispuestas para éste BTR.

4. Limitaciones operativas y de implementación: Desde la perspectiva operativa, existe una desconexión entre la planificación sectorial y los tiempos de reporte, donde una de las principales barreras es que los sectores responden a sus propios cronogramas de trabajo, los cuales puede que no coincidan con los hitos de preparación de un BTR. Esto genera que la información sobre necesidades tecnológicas, en capacidades y financiamiento se recoja de manera reactiva y no como parte de la planeación de entidades de carácter nacional y sectorial. A este escenario se suma una baja frecuencia en la actualización de la información recopilada, la cual no responde a una dinámica de monitoreo, sino o acciones puntuales para dar respuesta en información.

5. Limitaciones en recurso humano: la alta rotación de personal técnico dentro de las instituciones públicas y sectores clave, genera una barrera constante, ya que los esfuerzos de fortalecimiento de capacidades se pierden o diluyen, limitando la consolidación de una masa crítica de expertos. Además, la heterogeneidad en el nivel de conocimiento técnico previo de los actores involucrados (que van desde ministerios hasta actores territoriales), representa un desafío, pues dificulta la creación de contenidos que sean profundos para el proceso.

6. Limitaciones de reporte y comunicación: los componentes de fomento de la capacidad y tecnologías aún no son visibles dentro de los canales formales de divulgación del país, ya que sus dinámicas, flujos y resultados no se reflejan de manera específica ni desagregada en los boletines técnicos, balances sectoriales o tableros de control de los sistemas de información que integran el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC). Esta desconexión comunicativa y de reporte limita que el país disponga de un inventario de datos públicos, confiables y centralizados sobre la materia, restringiendo la capacidad para orientar y garantizar el acceso transparente a la información para todos los actores de la sociedad.

7. Limitaciones de interoperabilidad: El sistema MRV de financiamiento climático enfocado en apoyo financiero recibido no opera articulado con otros sistemas nacionales relevantes como el registro de proyectos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e innovación y el Ministerio de Educación, que son financiados mediante beneficios tributarios, convocatorias nacionales y Sistema General de Regalías. Así mismo, la información sobre necesidades tecnológicas identificadas a partir de la Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT) no está vinculada sistemáticamente con el registro de apoyo recibido del sistema MRV de financiamiento climático, impidiendo análisis de brechas entre necesidades priorizadas y apoyos efectivamente recibidos.

De otro lado, no se cuenta con sistemas de información que reporten e integren variables de costos de metas y medidas climáticas y flujos financieros recibidos de manera directa, de modo que la estimación de financiamiento requerido a este nivel se dificulta.

5.2.8. Información sobre las prioridades y estrategias del país y sobre los aspectos de la CDN de la Parte en virtud del artículo 4 del Acuerdo de París para los que se requiera apoyo

La Contribución Determinada a Nivel Nacional 2.0 (NDC 2.0) constituye el marco de referencia estratégico fundamental que orienta la priorización de necesidades de apoyo identificadas en el presente informe. Conforme a la estructura de compromiso del Acuerdo de París, la NDC 2.0 consolida los planes y compromisos climáticos que Colombia se ha fijado para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.

Muchas de las metas incluidas en la NDC 2.0 mantienen vigencia respecto a los compromisos anteriormente establecidos, reflejando continuidad en la ambición nacional y coherencia política de largo plazo. La priorización de apoyo identificada en los ámbitos de financiamiento, fomento de capacidad y transferencia de tecnología responde directamente a los requisitos operacionales y técnicos necesarios para alcanzar las metas de mitigación y adaptación establecidas en la NDC 2.0.

5.3. Supuestos, definiciones y metodologías de base (MPG 131)

5.3.1. Definiciones

Como conceptos de base para el mapeo, análisis y priorización de necesidades y apoyo requerido y recibido, se incluyen definiciones existentes en el ámbito internacional derivadas de organismos como la CMNUCC y el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), así como definiciones dentro del contexto nacional encontradas en documentos institucionales que emiten o avalan entidades como Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Departamento Nacional de Planeación.

Ciclo tecnológico: Hace referencia al ciclo de maduración de tecnologías. De acuerdo con la directriz 137 de las MPGs, y la categorización definida para el reporte nacional ésta comprende61:

- Investigación, estudios y generación de conocimiento,
- Desarrollo tecnológico y demostración (experimentación, desarrollo y pruebas),
- Innovación y despliegue (procesos, métodos, equipamiento, otros),
- Transferencia tecnológica hacia el mercado y la sociedad,
- Difusión para la adopción del proceso tecnológico.

Costo total estimado. El costo total estimado de una meta o medida corresponde a los recursos económicos necesarios para su implementación completa, incluyendo costos de inversión, operación y mantenimiento a lo largo de su horizonte de ejecución. Este valor representa el esfuerzo financiero total que implica llevar a cabo la acción climática, independientemente de si los recursos ya están disponibles o no.

61 Clasificación propia basada en TRL (nivel de madurez tecnológica) y CRL (nivel de madurez comercial)

Desarrollo Tecnológico: Aplicación de los resultados de la investigación, o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, para la fabricación de nuevos materiales, productos, nuevos procesos, sistemas de producción o prestación de servicios, así como la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes. Esta actividad incluirá la materialización de los resultados de la investigación en un plano, esquema o diseño, así como la creación de prototipos no comercializables y los proyectos de demostración inicial o proyectos piloto, siempre que los mismos no se conviertan o utilicen en aplicaciones industriales o para su explotación comercial durante la ejecución del proyecto (ICONTEC, 2008) (Ministerio de Ciencia, 2025). Los proyectos de desarrollo tecnológico realizan validaciones funcionales y pre comerciales de las soluciones a nivel prototipo y piloto, antes de realizar un escalamiento a nivel industrial, su objetivo es reducir la incertidumbre generada de las soluciones teóricas planteadas.

Despliegue tecnológico: El acto de poner una tecnología en práctica, involucrando a un conjunto de actores y actividades para iniciar, facilitar y/o apoyar su implementación (United Nations Environment Programme Copenhagen Climate Centre (UNEP-CCC) and Climate Technology Centre and Network (CTCN), 2024a).

Difusión tecnológica: La propagación de una tecnología entre diferentes grupos, usuarios o mercados a lo largo del tiempo (United Nations Environment Programme Copenhagen Climate Centre (UNEP-CCC) and Climate Technology Centre and Network (CTCN), 2024a).

Entidades facilitadoras: Organizaciones que formulan, implementan, financian o asesoran la ejecución de proyectos, programas o estrategias que benefician a actores de los ecosistemas ambiental y en ciencia, tecnología e innovación.

Financiamiento climático: La CMNUCC define el financiamiento climático como el financiamiento local, nacional o transnacional proveniente de fuentes públicas, privadas y alternativas, que busca apoyar acciones de mitigación y adaptación para abordar el cambio climático (CMNUCC, s.f.).

Financiamiento asignado. Corresponde a los recursos recibidos y comprometidos de distintas fuentes de financiamiento para la implementación de acciones climáticas.

Financiamiento requerido. Corresponde a la brecha financiera resultante una vez considerado el financiamiento ya asignado o comprometido para la implementación de una meta o medida. Es decir, representa los recursos que se necesita movilizar para garantizar la implementación completa de los

compromisos climáticos, adicionales al financiamiento asignado, esto es a los flujos que ya han sido recibidos o están comprometidos.

Fomento de la capacidad: Consiste en fortalecer las habilidades de personas, organizaciones e instituciones en países en desarrollo y economías en transición, para crear, desarrollar, fortalecer, realzar y perfeccionar los medios de que disponen; con el objetivo de identificar, planificar e implementar estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en tres niveles:

1. Nivel individual: desarrollo de actividades educativas, formativas y de sensibilización.
2. Nivel institucional: fomento de la cooperación entre organizaciones y sectores, fortalecimiento de misiones, mandatos, estructuras y competencias institucionales, así como optimización de recursos humanos y financieros.
3. Nivel sistémico: establecimiento de entornos propicios mediante políticas económicas, marcos regulatorios y sistemas de rendición de cuentas que favorezcan la operación eficiente de instituciones y personas.

Los subcomponentes o esferas que abarca son:

a) Fomento de la capacidad institucional, lo que comprende el fortalecimiento o la creación, según corresponda, de secretarías nacionales del cambio climático o de enlaces nacionales.
b) Fortalecimiento y/o creación de un entorno propicio.
c) Comunicaciones nacionales.
d) Programas nacionales sobre el cambio climático.
e) Inventarios de los gases de efecto invernadero, gestión de las bases de datos sobre las emisiones y sistemas de reunión, gestión y utilización de los datos de actividad y de los factores de emisión.
f) Estudios de la vulnerabilidad y de la adaptación.
g) Fomento de la capacidad para la puesta en práctica de medidas de adaptación.
h) Evaluación de las posibilidades de mitigación.
i) Investigación y observación sistemática, incluidos los servicios meteorológicos, hidrológicos y climatológicos.
j) Desarrollo y transferencia de tecnología.
k) Mejoramiento de la adopción de decisiones, incluida la prestación de asistencia para la participación en negociaciones internacionales.
l) Mecanismo para un desarrollo limpio.
m) Necesidades provenientes de la aplicación de los párrafos 8 y 9 de artículo 4 de la Convención (necesidades de los países en desarrollo vulnerables).
n) Educación, capacitación y sensibilización del público.
o) Información y trabajo en redes, comprendida la creación de bases de datos.

Impacto previsto o esperado: Es el cambio logrado en las condiciones económicas, climáticas o sociales de la población, como resultado de los productos y resultados obtenidos con el proyecto o programa. Se trata del nivel más elevado de resultados o de la finalidad última de los proyectos, cuando se genera la totalidad de los beneficios previstos en su operación (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2013). Se consideran cuatro categorías de impactos: ambientales, técnicos, socioeconómicos, e institucional, mediados por el desarrollo y la transferencia de tecnologías o de capacidades.

Innovación: La innovación se entiende como el proceso de generación, aceptación e implementación de nuevas ideas, procesos, productos o servicios (Thompson, 1965). No se limita solo a la creación de nuevas tecnologías (innovación tecnológica) que conducen a la comercialización, sino que también puede incluir innovaciones en políticas, modelos de negocio o procesos sociales que facilitan la adopción y el despliegue de tecnologías climáticas62.

Instrumentos financieros previstos: A continuación, se describe brevemente cada uno de los instrumentos financieros previstos, que se tomarán como referencia para el reporte (Departamento Nacional de Planeación, s.f.):

- Donación. Recursos no reembolsables dirigidos a financiar la acción climática.
- Préstamo en condiciones favorables. Son préstamos con condiciones más favorables que las del mercado, por ejemplo, tasas de interés inferiores o períodos de devolución más largos, incluyendo eventualmente otras ventajas (por ejemplo, período de gracia, menores costos administrativos o de seguro)
- Préstamo sin condiciones favorables. No ofrecen condiciones ni concesiones especiales como tasa de interés o condiciones de pago flexibles.
- Equity. Es el aporte de recursos propios que los accionistas o promotores destinan a un proyecto o empresa. Hay acciones preferenciales, acciones comunes y acciones concesionales o de primera pérdida (Departamento Nacional de Planeación)
- Garantía. Un garante se compromete a cumplir con las obligaciones de un prestatario a cambio de una tarifa
- Seguro. Es un contrato entre dos partes, donde el asegurador se obliga a cumplir la prestación convenida al asegurado a cambio de una prima previamente convenida
- Otros. Podrían considerarse otros mecanismos como esquemas de pagos por resultados o mercados de carbono.

62 Adaptado con base la definición de innovación de la OCDE-2018: "un producto y/o proceso nuevo o mejorado que difiere significativamente de los productos o procesos previos de la unidad y que ha sido puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o implementado (proceso) por la unidad", y adaptado para fines de acción climática.

Resultados previstos o esperados: Son los cambios en las condiciones del sujeto de beneficio enmarcadas en el objetivo general del proyecto, por efecto de la ejecución y el cumplimiento de los supuestos (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2013). Se refieren a los productos concretos o específicos que se logran o lograrán gracias al uso del apoyo, y se espera sean medibles.

Tipos de apoyo: Los tipos de apoyo para el reporte de los Formatos Comunes Tabulares corresponde a:

- Mitigación. Intervención humana destinada a reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC, 2018).
- Adaptación. En los sistemas humanos, es el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, es el proceso de ajuste al clima real y sus efectos; la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y sus efectos (IPCC, 2018).
- Transversal. Acciones que benefician tanto la mitigación como la adaptación al cambio climático o que incluyen medidas que pueden asociarse a medios habilitantes para implementar medidas de mitigación o adaptación. Para efectos del reporte bajo la metodología considerada, las metas relacionadas con los medios de implementación que hacen parte de las NDC del país se clasifican dentro del tipo de apoyo Transversal.

Tipo de tecnología: Especificación descriptiva de la solución tecnológica que aporta detalle adicional al sector o subsector de aplicación.

Transferencia de tecnología: El intercambio de conocimientos, procesos, tecnologías, hardware y software asociado, dinero y bienes entre las partes interesadas, que conduce a la difusión de tecnología para la adaptación o la mitigación al cambio climático. El término abarca tanto la difusión de tecnologías (propagación en usuarios y mercado), como la cooperación tecnológica entre países y dentro de ellos (IPCC 2022a) (United Nations Environment Programme Copenhagen Climate Centre (UNEP-CCC) and Climate Technology Centre and Network (CTCN), 2024b), así como el proceso de aprender a comprender, utilizar y replicar la tecnología, incluida la capacidad de elegirla, adaptarla a las condiciones locales e integrarla con tecnologías autóctonas (IPCC, 2014).

Uso previsto o esperado: Se refiere a para qué se utilizará una iniciativa o apoyo. Se espera que el uso tenga en cuenta la aplicación de un proyecto hacia la implementación de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), que se vincule directamente con los objetivos de mitigación y adaptación del país, y el logro de objetivos climáticos más amplios. Se identifican usos enfocados a tres categorías: financiero, técnico-tecnológico y en desarrollo de institucionalidad - capacidades.

5.3.2. Supuestos y metodologías de base

5.3.2.1. Metodología de base para identificar y estimar el apoyo financiero requerido

La metodología para estimar el apoyo financiero requerido en el segundo ciclo del Informe Bienal de Transparencia (BTR) se fundamentó en la Guía para la Transparencia del Financiamiento Climático (Iniciativa para la Transparencia en la Acción Climática (ICAT), 2024) y la Guía y lista de verificación de planificación de inversiones de NDC del (NDC Partnership, 2023), a partir de las cuales se puede identificar cuatro etapas: 1)Identificación de las necesidades de inversión climática necesarias para cumplir los objetivos de la NDC, definiendo acciones, proyectos, indicadores y horizonte temporal; 2) Estimación detallada de los costos de inversión mediante un enfoque de abajo hacia arriba (bottom-up); 3) Identificación del financiamiento ya asignado o asegurado de las diferentes fuentes; y 4) Cálculo de la brecha de financiamiento, determinada como la diferencia entre los costos totales de inversión y los recursos financieros disponibles.

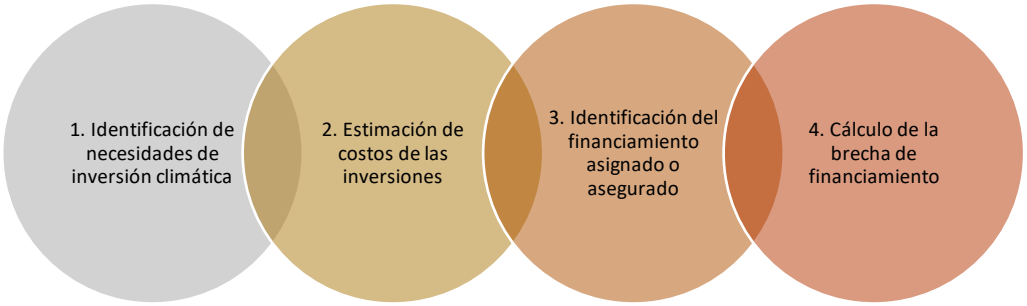


Figura 5-3. Etapas para la identificación y estimación del apoyo financiero requerido

Fuente. Elaboración propia

En línea con lo anterior, en el reporte del apoyo financiero requerido es fundamental diferenciar entre el costo total estimado de una medida climática y el financiamiento requerido. El primero corresponde a todos los recursos necesarios para su implementación completa, incluyendo inversión, operación y mantenimiento, entre otros. El segundo representa los recursos adicionales que aún deben movilizarse una vez descontado el financiamiento ya asignado o comprometido, por lo que se calcula como la diferencia entre el costo total estimado y el financiamiento disponible. Esta distinción permite identificar de manera precisa las brechas financieras reales y orientar eficazmente la movilización de recursos y la cooperación internacional.

Para el presente ciclo de reporte, la brecha de financiamiento se utilizó como referencia para identificar necesidades de recursos. No obstante, el alcance de la estimación reportada en los Formatos Comunes Tabulares (FCT) se circunscribió a los montos para los cuales las entidades responsables identificaron expresamente la cooperación internacional como fuente requerida de movilización.

De esta manera, en la identificación y estimación el apoyo financiero requerido de Colombia se buscó generar información compatible con los Formatos Comunes Tabulares (FCT) de la CMNUCC, permitiendo cuantificar las necesidades de apoyo financiero para implementar las acciones climáticas nacionales y reportarlas de manera transparente, a partir de la mejor información disponible en el país, mediante los siguientes pasos:



Figura 5-4. Pasos aplicados para la identificación y estimación del apoyo financiero requerido para el BTR2 de Colombia

Fuente. Elaboración propia

1. *Revisión de antecedentes de reporte*. El proceso inicia con una revisión de experiencias internacionales de reporte de apoyo financiero requerido en los primeros Informes Bienales de Transparencia (BTR), particularmente en países de América Latina y el Caribe. El análisis evidencia una amplia diversidad metodológica, que incluye desde consultas institucionales y procesos participativos hasta metodologías estructuradas de priorización y costeo de acciones climáticas. Asimismo, se revisan los reportes históricos de Colombia ante la CMNUCC, identificando una evolución progresiva desde enfoques principalmente cualitativos hacia metodologías cuantitativas más robustas para estimar costos, necesidades financieras y brechas de financiamiento asociadas a la implementación de la NDC.

2. *Identificación de variables*. Con base en los requerimientos de los Formatos Comunes Tabulares (FCT) de la CMNUCC, se definen las variables necesarias para el reporte del apoyo financiero requerido. Estas incluyen información sobre entidad responsable, sector y subsector, descripción de las medidas, costos estimados, financiamiento asignado, financiamiento requerido, plazo de implementación, tipo de apoyo climático, instrumentos financieros previstos, contribución al desarrollo, fortalecimiento de capacidades, resultados esperados y supuestos metodológicos. Esta etapa permite identificar vacíos de información y orientar la recolección de datos.

3. *Identificación de necesidades de financiamiento*. Se revisan los principales instrumentos nacionales de política climática, entre ellos la NDC 2.0, la Ley 2169 de 2021, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, la Estrategia Climática de Largo Plazo (E2050), los PIGCCS y los PIGCCT. Como referencia principal se identifica el portafolio de metas y medidas tanto de la NDC 2.0 y el listado de acciones y metas de la Ley 2169 de 2021, esto por su carácter integrador y su alineación con los compromisos climáticos nacionales e internacionales. Respecto a la NDC 3.0 la cual actualiza y amplía las metas y medidas climáticas del país, que, si bien incluye un portafolio actualizado, no pudo ser considerado para el presente ciclo de reporte del BTR, debido a la fecha de corte establecida para el análisis de información y a la falta de información de costos y otras variables financieras para dicho portafolio.

4. *Revisión de información disponible*. Se analizan las principales fuentes nacionales de información sobre costos y financiamiento climático. Entre ellas se consideran las Curvas de Costos Marginales de Abatimiento (MACC) para medidas de mitigación de la NDC 2.0, la herramienta de costeo y priorización de metas de adaptación de la NDC 2.0 (Banco Mundial, 2021), los Planes de Implementación y Seguimiento (PdIS) de la Ley 2169 de 2021 y el Corredor de Financiamiento Climático-Plataforma País. El análisis permite identificar fortalezas y limitaciones de cada fuente respecto a la disponibilidad de información sobre costos, financiamiento asignado y necesidades de financiamiento.

5. *Selección de la fuente de información*. Se comparan las fuentes disponibles, para identificar la alternativa más adecuada para el reporte del apoyo financiero requerido en el BTR2, de tal manera que se cuente con información sobre costos de implementación, financiamiento asignado y financiamiento requerido, variables esenciales para calcular la brecha financiera y diligenciar los FCT.

6. *Estimación preliminar del apoyo financiero requerido*. La estimación se realiza utilizando la información de los Planes de Implementación y

Seguimiento (PdIS) reportados en la plataforma +Clima con corte a diciembre de 2025. Entre las metas y medidas que cuentan con un PdIS disponible, se registran aquellas con información financiera suficiente para el análisis, respecto a las variables de costos totales, financiamiento asignado y financiamiento requerido, y que identifican necesidades de cooperación internacional o pueden ser objeto de validación posterior respecto de esta fuente de apoyo. Aunque dicha fuente presenta limitaciones asociadas a la cobertura parcial y calidad de algunos registros, su estructura se encuentra alineada con el esquema nacional de seguimiento de la NDC y con los requerimientos mínimos de reporte de la CMNUCC.

7. *Socialización preliminar de resultados*. Los resultados preliminares son presentados ante el Comité Técnico de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) en el que participan entidades ministeriales y técnicas responsables de la gestión climática del país. Este proceso permite socializar los resultados iniciales, identificar vacíos de información y coordinar acciones para complementar los datos requeridos para el reporte.

8. *Recolección de información complementaria*. Con el fin de completar la información necesaria para los FCT, se diseña y distribuye un formulario en Excel dirigido a las entidades responsables de las metas y medidas que reportaban necesidades de cooperación internacional. El instrumento incorpora variables exigidas por la CMNUCC que no podían obtenerse directamente de los PdIS, como: instrumentos financieros previstos, descripción de las medidas, resultados esperados, contribución a transferencia tecnológica y fortalecimiento de capacidades, entre otros.

9. *Revisión y validación final*. Las entidades responsables revisan, validan y complementan la información suministrada en el formulario. Este proceso se apoya en reuniones técnicas y comunicaciones bilaterales para resolver inquietudes y asegurar la consistencia de los datos reportados. Las respuestas recibidas permiten mejorar la calidad de la información, completar variables faltantes y garantizar la trazabilidad de los montos y características de las medidas incluidas en el reporte.

10. *Diligenciamiento de los Formatos Comunes Tabulares*. Finalmente, la información se consolida para diligenciar los Formatos Comunes Tabulares de la CMNUCC y elaborar los textos explicativos que acompañan el reporte de apoyo financiero requerido. El proceso de redacción se desarrolla conjuntamente por el Departamento Nacional de Planeación con apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, garantizando la consistencia técnica y la alineación con los requerimientos del Marco Reforzado de Transparencia.

5.3.2.2. Metodología para reportar el apoyo recibido en materia de Desarrollo y Transferencia de Tecnologías, Fomento a la Capacidad y Financiamiento

La Guía metodológica del Sistema MRV de Financiamiento Climático en Colombia actualizada en el año 202563, presentó la propuesta metodológica para estructurar el proceso nacional de preparación de los reportes sobre el apoyo recibido para la acción climática, conforme a lo establecido en los artículos 9, 10 y 11 del Acuerdo de París. El proceso se organiza como un ciclo de trabajo anual, que permite planificar, implementar y mejorar de forma sistemática cada una de sus etapas. Este enfoque metodológico facilita la articulación institucional, la mejora continua del sistema, y el cumplimiento de los compromisos de reporte establecidos en el MRT mediante los BTR. En la siguiente figura se muestran las etapas previstas y los tiempos estimados para su ejecución.



Figura 5-5. Etapas para el ciclo de preparación de reportes sobre el Apoyo recibido

Fuente. Elaboración propia

Tabla 5-1. Etapas del ciclo de preparación de reportes sobre el apoyo recibido

Tipo de entidad	Nombre entidades participantes
Alistamiento y planificación	Planificar las actividades necesarias para la elaboración del reporte, considerando los lineamientos y requerimientos nacionales e internacionales.
Recopilación de información	Recolectar datos e información por fuente de financiamiento, como insumo para la elaboración del reporte.
Rastreo y clasificación	Identificar acciones relacionadas con cambio climático que han recibido apoyo financiero y clasificarlas por sector, subsector y destino (mitigación, adaptación o trasversal). Además, categorizar el apoyo por área: desarrollo y transferencia de tecnología, y fomento de la capacidad.
Cuantificación y reporte preliminar	Estimar el monto de apoyo financiero recibido (internacional) e invertido a nivel nacional (público y privado), en moneda nacional y en dólares.
Verificación de los resultados	Validar la información recopilada y los cálculos realizados, con el propósito de incrementar su precisión y minimizar posibles márgenes de error.
Compilación y reporte final	Reporte internacional: Elaborar el reporte con base en las disposiciones del Capítulo VI de las MPG del MRT del Acuerdo de París. Reporte nacional: Elaborar boletines técnicos y actualizar el reporte de datos en la plataforma del Sistema MRV de Financiamiento Climático.

63 disponible en https://mrv.dnp.gov.co/MRV/Paginas/Metodologia-para-medir-y-clasificar-el-financiamiento-climatico.aspx

Tipo de entidad	Nombre entidades participantes
Plan de mejora	Identificar lecciones Plan de mejora aprendidas, evaluar oportunidades de mejora y formular un plan para fortalecer procesos en el siguiente ciclo.

Fuente: Guía metodológica del Sistema MRV de Financiamiento Climático en Colombia actualizada en el año 2025

El enfoque cíclico también puede ser aplicado para la elaboración de reportes nacionales que den cuenta del financiamiento climático proveniente de fuentes internacionales, públicas nacionales o privadas.

Cada ciclo anual tiene como propósito recopilar, procesar y generar información correspondiente a un año de reporte, normalmente el año inmediatamente anterior al ejercicio de consolidación. En línea con el principio de mejora continua, se recomienda que, al finalizar cada ciclo, se elabore un plan de mejora que identifique las áreas susceptibles de fortalecimiento, así como las estrategias para optimizar el proceso en el siguiente ciclo.

Un componente transversal a todas las etapas del ciclo es el control de calidad, principio rector del MRT, que exige a las Partes mantener altos estándares en la consistencia, integridad y confiabilidad de la información reportada. Por ello, se espera implementar actividades sistemáticas de control de calidad en cada fase del proceso. Finalmente, aunque los tiempos de ejecución de cada etapa pueden variar según la disponibilidad de recursos humanos y tecnológicos, todas las fases del ciclo se esperan sean cumplidas integralmente para garantizar la coherencia metodológica y el cumplimiento de los principios del MRT.

5.3.2.3. Metodología para la selección y la documentación de estudios de caso de apoyo recibido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías y Fomento a la Capacidad

Es relevante informar para los países en desarrollo, sobre el apoyo internacional recibido en forma de Desarrollo y Transferencia de Tecnología y Fomento a la Capacidad, mediante estudios de caso que incluyan ejemplos clave de éxito, resultados y lecciones aprendidas, presentando experiencias de cómo la cooperación ha contribuido a las acciones climáticas nacionales. En Colombia los objetivos que busca alcanzar la construcción de estudios de casos son:

- Aportar mayor profundidad presentando contextos y casos específicos, que trascienden el ámbito descriptivo hacia el analítico, de cómo los recursos internacionales han contribuido a nivel estratégico a sectores y territorios del país.
- Visibilizar la acción catalizadora de la generación de conocimiento, desarrollo de capacidades y maduración de tecnologías, para generar cambios estructurales y funcionales en los sectores, acelerando las curvas de mitigación y adaptación en el ecosistema nacional.

- Facilitar el intercambio de experiencias entre países en desarrollo, permitiendo aprender sobre movilización y uso eficaz del apoyo internacional.
- Atraer más inversión al demostrar los éxitos, lecciones y beneficios de los proyectos apoyados internacionalmente, para alentar a donantes y financiadores a invertir en acciones climáticas en los países en desarrollo.

La metodología planteada busca orientar la elaboración de estudios de caso para comprender el contexto en que se han implementado proyectos ya finalizados, en aras de documentar las necesidades que se ha contribuido a solucionar, los esfuerzos realizados nacionalmente, los resultados de corto y mediano plazo, la calidad y relevancia del know how generado, la maduración efectiva dentro de las esferas de capacidad y las etapas del ciclo tecnológico y, cómo se han impactado indicadores ambientales, técnicos y/o socioeconómicos. El reporte de estudios de caso en esa medida aporta consistencia, replicabilidad y calidad de información y análisis, a partir del rastreo de proyectos principalmente reportados en el sistema MRV de financiamiento climático.

Se plantea un enfoque principalmente Bottom-up, es decir de abajo hacia arriba, que se basa en definiciones nacionales y algunos referentes internacionales, y en una construcción original de las etapas, técnicas y herramientas utilizadas para construir estudios de caso, en aras de garantizar que sea relevantes y representativos de la variedad de sectores, tipos de apoyo y etapas de evolución del ciclo tecnológico. En la siguiente figura se presentan sus etapas secuenciales.



Figura 5-6. Etapas metodología para la selección y documentación de estudios de caso a partir de apoyo recibido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías y Fomento de la Capacidad

Fuente. Elaboración propia

En la etapa 1, se acotan las bases de referencia clasificar proyectos que involucran recursos financieros y/o técnicos derivados de la cooperación internacional. Se establecen las fuentes de información tales como el sistema MRV de financiamiento climático, sistema Cíclope o a través de otros actores relevantes; el orden local, regional y/o nacional objeto de estudio; los abordajes horizontales sectoriales, y respecto al tipo de apoyo a incluir.

La etapa 2 corresponde a la revisión de los datos que arrojan los sistemas de información y/o la consulta con organizaciones cooperantes. A partir de ello, se

aplica filtro inicial de selección y descarte basado en información secundaria, donde los parámetros de referencia para la selección precisan que los proyectos tengan componentes en temas centrales de fomento de capacidades, desarrollo tecnológico, transferencia tecnológica, innovación y/o investigación, mediante búsqueda inicial de palabras clave, contraste con las definiciones o alusión a tecnologías específicas o a fomento de capacidades. A partir de esto se da prioridad a proyectos que se alinean a las prioridades nacionales establecidas en los informes BTR y NDC, representadas en los sectores de mayor impacto en cambio climático, con mayor cobertura geográfica, así como mayor participación de grupos de interés.

En la etapa 3 se profundiza la consulta de información a partir de fuentes secundarias para ampliar el entendimiento de cada proyecto y se compila la información encontrada en formato estándar respecto a objetivos, actividades, logros, entidades involucradas y aspectos técnicos y tecnológicos abordados. Para obtener una lista corta de proyectos, se aplican criterios ponderados de calificación bajo 4 criterios: relevancia climática y sectorial, resultados e impactos documentados, maduración tecnológica, de capacidades y know how demostrados, y disponibilidad de información.

La etapa 4 se enfoca en recopilación de información con fuentes primarias, a través de un trabajo conjunto y directo con entidades ejecutoras, financiadoras y/o beneficiarias, con quienes se realiza una reconstrucción del marco lógico del proyecto, consulta de documentos relevantes e instancia de entrevista semi-estructurada. Esta es la etapa vital del proceso y apunta a recoger tanto información objetiva, como respecto a percepciones y hallazgos acerca de los resultados, éxitos, fracasos y aprendizajes derivados de la experiencia generada por el proyecto.

El análisis de información se realiza en la etapa 5 considerando aspectos como la relevancia de la intervención y las soluciones que aporta, el logro de objetivos y metas trazadas, los factores diferenciales, la maduración técnica, tecnológica o en capacidades que aporta, los beneficios e impactos generados y el carácter sostenible de los mismos. En caso de que deba priorizarse la cantidad de casos a reportar, podrán utilizarse opcionalmente criterios de calificación basados tanto en el análisis realizado como en la metodología OCDE-DAC para calificar estudios de caso.

La etapa 6 corresponde a la documentación de los casos, realizada a través de un formato estandarizado con los datos de identificación y contexto del proyecto, así como la síntesis de la información analizada en la etapa anterior, relativa a resultados, impactos, beneficios, indicadores movilizados, tecnologías y khow how generados, esfera del fomento de la capacidad, éxitos, limitaciones y lecciones.

La etapa 7 corresponde a la validación de la información con los actores fuente de información primaria, con foco en dos aspectos: precisión de la información, calidad y argumentación del análisis plasmado; facilitando así la retroalimentación y ajustes pertinentes. Para dar cierre al proceso, la publicación y socialización de los estudios de caso al ecosistema climático mediante su publicación en el informe BTR, micrositios institucionales, redes sociales, infografías o medios afines; permite crear aprendizaje colectivo, realizar intercambio de experiencias, efectos demostrativos y presentar efectos alcanzados ante la comunidad internacional.

5.3.2.4. Metodología para identificar las necesidades del país en materia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología y Fomento a la Capacidad para el cambio climático

Para Colombia, reportar información respecto a las necesidades y apoyo requerido para el Fomento a la Capacidad (artículo 9) y Desarrollo y Transferencia de Tecnologías (artículo 10), persigue los siguientes objetivos:

- Proporcionar un panorama claro y organizado de lo que Colombia necesita en materia de tecnologías climáticas y fomento a la capacidad para alcanzar sus metas y contribuir a resolver desafíos endógenos climáticos.
- Identificación y caracterización de necesidades que abarquen diversidad de actores, brindando representatividad en los objetivos de adaptación y mitigación a nivel sectorial.
- Plasmar un panorama bien fundamentado para movilizar apoyos requeridos para eliminar o reducir brechas.
- Planificar de manera estratégica, los esfuerzos nacionales y de la cooperación internacional, para clasificar y solicitar apoyo, y utilizar de manera efectiva el recibido, bajo un marco conceptual e institucional sólido por parte del país.

Se plantea un enfoque principalmente Bottom-up, es decir de abajo hacia arriba (ámbito nacional - ámbito regional/internacional), donde de acuerdo a las características, sistemas de información y circunstancias nacionales, se obtuvo un reporte de necesidades representativo del país y una especificación de iniciativas que fortalecen tanto las capacidades como el desarrollo de conocimiento científico, tecnologías, procesos de transferencia y diseminación técnica y tecnológica, como medio fundamental para avanzar hacia escenarios de transición y resiliencia.

La propuesta metodológica se traduce en un proceso plural, amplio, participativo y estandarizado, para consolidar un mapeo que identifica las necesidades y soluciones que se constituyen en Apoyo requerido. En la siguiente Figura se sintetizan las etapas.



Figura 5-7. Etapas metodología para identificar Necesidades y Apoyo requerido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías y Fomento de Capacidad

Fuente. Elaboración propia

Como primer paso, se realiza un análisis de información secundaria (documentos previos) con el fin de contar con los antecedentes, líneas de trabajo, iniciativas y/o necesidades anteriores, bajo la premisa de construir la base del proceso teniendo en cuenta estrategias transversales y reportes previos por sector, como insumo para que los actores que participan consideren la evolución, persistencia o identificación de nuevas necesidades. Para el ejercicio 2024-2025, las fuentes previas principales fueron el Informe de Contribución Determinada a Nivel Nacional NDC 2020, el Informe Bienal de Actualización BUR3 (por sus siglas en inglés) y el Primer Informe Bienal de Transparencia BTR1; de manera complementaria se puede consultar registros trabajados en los comités de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático. Esta revisión permite identificar brechas preliminares y áreas críticas que requieren fortalecimiento de capacidades.

En la etapa 2 se definen los marcos de referencia, entendidos como los componentes para la ejecución de la metodología: i) Tipo de actores (instituciones públicas, academia, sector productivo, entidades facilitadoras), ii) Orden (nacional, sectorial, regional, local), iii) Sectores, iv) Tipo de apoyo definido. Para la construcción de la información, se convocan actores públicos, académicos, gremiales y entidades facilitadoras; del orden nacional o sectorial, teniendo en cuenta los 10 sectores definidos en el sistema MRV de financiamiento climático 2025, bajo categorías de tipo de apoyo requerido en: mitigación, adaptación, transversal, reporte de información y en inventarios de emisiones y absorciones atmosféricas-INGEI.

En la etapa 3, se diseña el proceso participativo de recolección de información primaria definiendo las herramientas, actividades y cronograma. Para tal fin, se estructuran los formularios de reporte de información escrita y la opción de entrevistas semi-estructuradas como técnicas principales para asegurar calidad y profundidad en cada necesidad e iniciativa de solución identificada; así como una fase de convocatoria a grupos de interés y actores para ejecutar la difusión del contexto, objetivos y herramientas a utilizar en el proceso, otorgando plazos y

apoyo permanente para la recopilación de los reportes individuales. En esta fase es clave la concurrencia de diversidad, cantidad y representatividad de actores en pro de un rastreo de necesidades que refleje retos contundentes en maduración de conocimiento, capacidades y tecnologías acordes con las brechas de los distintos sectores y territorios.

Para la etapa 4 de Análisis de información primaria, se realiza una revisión de la consistencia y alineación con las esferas de la capacidad y el ciclo tecnológico. El proceso de análisis busca identificar tendencias, patrones y resultados bajo categorías de información y análisis por: sector, tipo de actor, tipo de apoyo, ubicación geográfica, etapa de apoyo y tipo barreras identificadas; así como mostrar los tipos de enfoques en capacidades y tecnologías que, bajo análisis sectorial, se identifican como clave para resolver desafíos climáticos nacionales.

En la etapa 5 de Depuración y validación, se realiza un análisis del volumen, coherencia y calidad de la información, así como propuesta de mejoras si son necesarias, con miras a garantizar la comprensión de las necesidades. La validación se efectúa con cada uno de los actores que han aportado información al proceso, y es posible acudir a herramientas grupales para validar y sumar inteligencia colectiva al ejercicio mediante mesas de trabajo o talleres. Como actividad opcional para la focalización y priorización de iniciativas, se contemplan criterios de: relevancia climática y sectorial, potencial de resultados e impactos, nivel de maduración tecnológica y khow how, relación costo-beneficio y viabilidad técnica.

En la etapa final 6, la información se sistematiza identificando tipos y sectores de tecnologías que el país debería investigar, niveles y temas centrales del fomento de la capacidad, si se busca transferencia o desarrollar endógenamente, y se conforma la lista de iniciativas en Apoyo requerido. El reporte se consolida bajo el Formato Común Tabular establecido por la CMNUCC y la información descriptiva del Informe Bienal de Transparencia.

El portafolio resultante de necesidades y soluciones tanto respecto a fomento de capacidad como de base tecnológica a nivel nacional se constituye adicionalmente en insumo de relevancia para referenciar potenciales sinergias y articulación de actores públicos y privados, proporcionando una visión que integra el presente del desarrollo institucional y de tecnologías con el horizonte de la acción climática, así como la planificación de acciones y recursos en el ámbito nacional.

5.3.2.5. Metodología para identificar el uso, efectos y resultados esperados o estimados, según corresponda para el apoyo requerido y recibido en el Desarrollo y Transferencia de Tecnología y el Fomento a la Capacidad

Dado que los documentos de trabajo para los BTR, las MPG o conceptos de la CMNUCC, no contienen directrices puntuales procedimentales o recomendaciones específicas para este componente, se planteó entonces, una metodología que ofrece lineamientos, instrumentos y criterios de estandarización para el reporte, como el marco para generar la información en apoyo recibido y apoyo requerido, así como ejemplos para la identificación y documentación de la columna Uso, impactos y resultados en los Formatos Comunes Tabulares.

Bajo un entorno de metodología de marco lógico de proyectos que permite coherencia y estructura de interrelación entre los conceptos, se propuso asegurar la trazabilidad entre necesidad y solución que las iniciativas atienden, con el uso, impacto y resultado, priorizando información que sea tanto verificable como alineada con las prioridades nacionales, en objetivos de mitigación y adaptación. Así mismo se fomentó la integración de actividades, recursos, productos o indicadores, para promover procesos de planeación, verificación y seguimiento a iniciativas en apoyo requerido y recibido.

Para el reporte del uso, los resultados y el impacto, la metodología establece criterios claros y diferenciados. En el caso del uso, se enfatiza que este debe reflejar bienes y servicios concretos derivados de las actividades del proyecto. Para los resultados, se exige que estos sean los efectos inmediatos, medibles y verificables del proyecto, alineados preferiblemente con las metas de la NDC. En cuanto al impacto, se prioriza la identificación de cambios positivos de largo plazo que genera el proyecto, coherentes con los objetivos del Acuerdo de París y las dimensiones del desarrollo sostenible. En la siguiente Figura se muestran las etapas diseñadas para la recopilación y análisis de información.

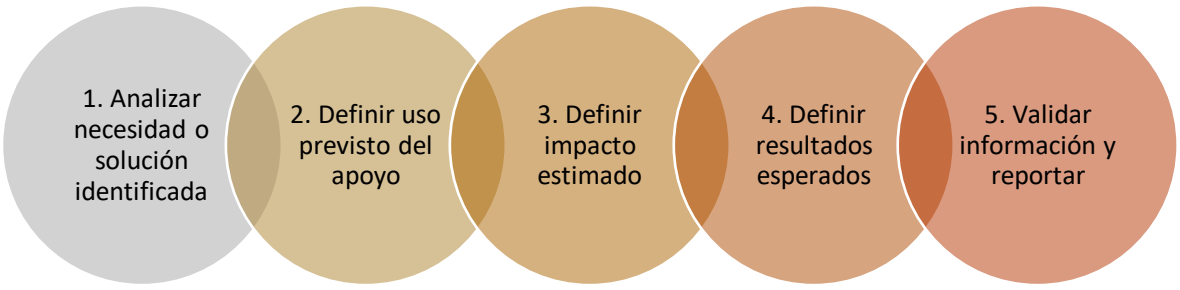


Figura 5-8. Etapas para definir Uso, Impactos y Resultados esperados en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías y Fomento de la Capacidad

Fuente. Elaboración propia

Como contexto a la primera etapa, el apoyo requerido o recibido para una iniciativa o proyecto, parte de una necesidad que busca reducir una brecha o generar una oportunidad de mejora en ámbitos de mitigación, adaptación o transversales. En el caso de apoyo requerido, el ejercicio de entendimiento se hace a partir del enfoque dado a la necesidad y solución definidas, y en el caso de apoyo recibido, partiendo de la descripción del proyecto ejecutado. Se busca analizar el tipo de apoyo, metas que la iniciativa busca alcanzar y efectos favorables que persigue. Así mismo, tiene como finalidad verificar la disponibilidad y pertinencia de la información necesaria para identificar el uso, los resultados y el impacto del apoyo recibido o requerido

La etapa 2 define el Uso previsto del apoyo, es decir el para qué de la iniciativa. Para su construcción se contemplan 3 categorías de uso: financiero, técnico o tecnológico y en desarrollo de institucionalidad-capacidades, con el objetivo de describir qué se apunta a alcanzar objetivos de mitigación, adaptación y/o medidas NDC; dichas categorías de uso pueden darse simultáneamente y sirven para especificar qué aporta cada iniciativa a la acción climática.

En la etapa 3 se informa acerca de Impactos, es decir del fin o logro(s) de mayor envergadura que la iniciativa implica en desarrollo y transferencia de tecnologías o fomento de capacidades, haciendo alusión a efectos positivos en mitigación o adaptación, bajo un escenario de uno o varios impactos clave enmarcados en 4 tipos: ambientales, socioeconómicos, técnicos e institucionales.

Para la etapa 4, se reportan los Resultados más relevantes entendidos como productos o cambios previstos por la implementación de la iniciativa o proyecto, los cuales no requieren enmarcarse en categorías dado su heterogeneidad y especificidad dentro del contexto de cada iniciativa. Su análisis cualitativo o en función de indicadores, brinda una base para instancias de estructuración amplia de proyectos y su consecuente seguimiento y verificación. Los resultados previstos u obtenidos mediante apoyo requerido o recibido respectivamente permiten evidenciar productos concretos que contribuyan a cumplir con objetivos climáticos.

Finalmente, una vez consolidad la información, la etapa 5 de validación en apoyo requerido y recibido, se realiza con la revisión, ajuste y retroalimentación con los actores que reportan necesidades y/o proyectos. El reporte se realiza en el Formato Común Tabular de apoyo recibido o requerido.

Se resalta que la metodología diseñada para Uso, impactos y resultados se constituyó en el primer referente a nivel nacional. La guía metodológica se enfoca en facilitar la comprensión de los conceptos para la participación de actores, así como en la estandarización para el reporte. Su aplicación fortalece la transparencia, la toma de decisiones y la gestión del apoyo internacional,

contribuyendo al cumplimiento de los compromisos climáticos del país y al fortalecimiento de su resiliencia frente al cambio climático.

5.3.2.6. Metodología para identificar las necesidades y reportar el apoyo recibido para la aplicación del Artículo 13 y las actividades que tienen que ver con transparencia

En el marco del fortalecimiento del sistema nacional de transparencia climática y en cumplimiento de las acciones de mejora identificadas en el BTR1, el país desarrolló un procedimiento estructurado para la identificación, recopilación, validación y sistematización de la información relacionada con el apoyo requerido y recibido en cumplimiento del artículo 13 del Acuerdo de París. Este procedimiento integra las actividades, herramientas y criterios técnicos necesarios para asegurar la consistencia, trazabilidad y calidad de la información reportada, abarcando las dimensiones de financiamiento climático, fomento de capacidades y transferencia de tecnología. Asimismo, establece lineamientos claros para la recopilación de información, orientados a fortalecer el Marco de Transparencia Reforzado.

5.3.2.6.1. Apoyo requerido (Necesidades)

La identificación del apoyo requerido para fortalecer la transparencia climática se desarrolla mediante un enfoque sistemático, estructurado en etapas secuenciales que garantizan la coherencia, trazabilidad y calidad de la información. Realizándose este como se describe en la Figura 5-9, donde se muestra que el proceso inicia con la revisión documental, en la cual se analizan necesidades previamente reportadas en instrumentos nacionales e internacionales, incluyendo Comunicaciones Nacionales, BUR, BTR1 y otros ejercicios sectoriales. Esta etapa permite identificar avances, vacíos y asegurar la consistencia en el tiempo.

En segundo lugar, se realiza el mapeo de actores institucionales y sectoriales del orden nacional que participan o requieren fortalecer actividades relacionadas con la transparencia climática, tales como inventarios de emisiones y absorciones atmosféricas, sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV), mitigación, adaptación y gestión de la información.

Posteriormente, se lleva a cabo el diseño de instrumentos de captura de información, orientados a recopilar necesidades específicas en materia de financiamiento climático, transferencia de tecnología y fortalecimiento de capacidades. Estos instrumentos retoman metodologías previamente desarrolladas a nivel nacional para la identificación de necesidades, garantizando coherencia y comparabilidad.

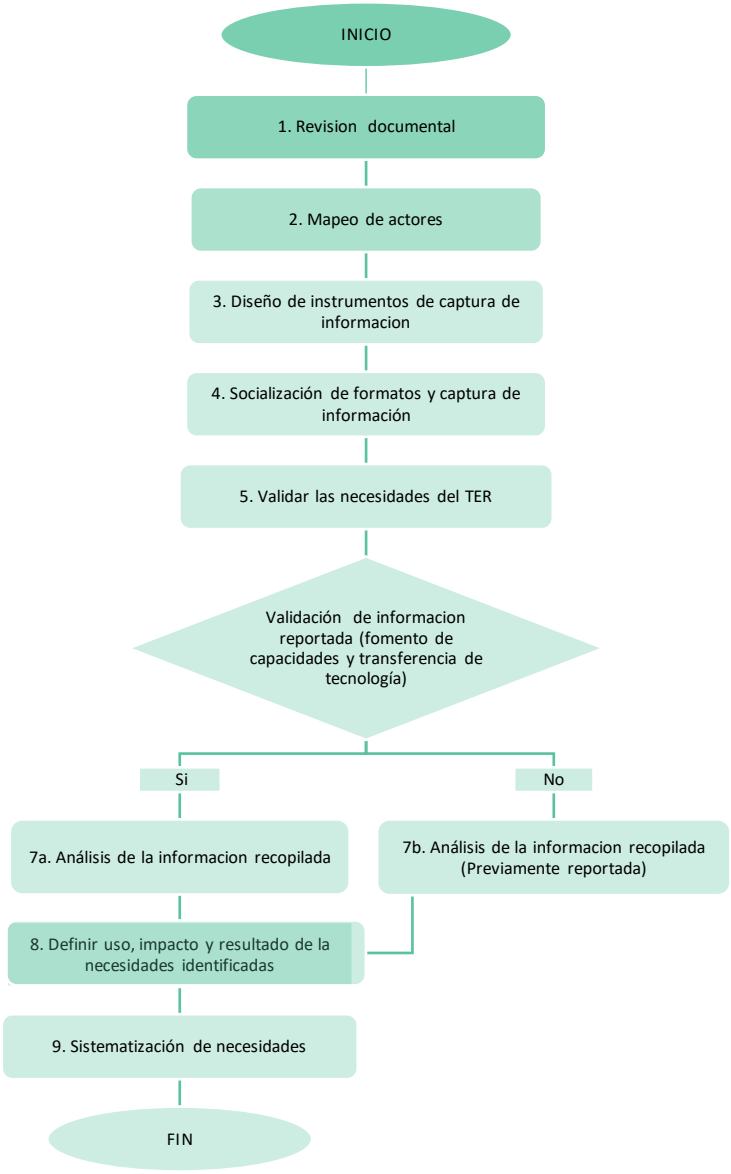


Figura 5-9. Flujograma del proceso realizado para identificación del apoyo requerido para el cumplimiento del artículo 13 del Acuerdo de París

Fuente. Elaboración propia

La siguiente etapa corresponde a la socialización de formatos y captura de información, la cual se realiza mediante solicitudes formales, talleres (Cuando sea posible) y espacios técnicos con los actores identificados, con el fin de asegurar una adecuada comprensión de los criterios de reporte y la calidad de la información recopilada.

Así mismo, se procede con la validación de las necesidades de fomento de capacidades identificadas en la revisión técnica de expertos (TER), verificando su vigencia y pertinencia para el reporte de estas.

Complementariamente, se desarrolla un proceso de validación y decisión, en el cual se verifica si la información reportada en las necesidades previamente identificadas en materia de fortalecimiento de capacidades y transferencia de tecnología corresponden a iniciativas que tienen que ver con actividades de transparencia:

- En caso afirmativo, se realiza el análisis de la información recopilada (7a), considerando su nivel de desarrollo, complementariedad y contribución estratégica al cumplimiento del artículo 13.
- En caso negativo, se lleva a cabo el análisis de la información previamente reportada (7b), con el fin de revisar, ajustar o complementar las necesidades existentes.

Una vez superada esta etapa, se procede a definir el uso previsto, los resultados esperados y el impacto de cada necesidad identificada, con base en la metodología establecida, lo que permite evidenciar de manera estructurada su contribución.

Finalmente, se realiza la sistematización de las necesidades en los formatos estandarizados, facilitando su consolidación e identificación de necesidades en financiamiento, tecnología y capacidades.

Este proceso metodológico permite no solo identificar de manera estructurada las necesidades del país, sino también asegurar su calidad, consistencia y utilidad para el fortalecimiento progresivo del sistema nacional de transparencia climática.

5.3.2.6.2. Apoyo recibido

La identificación y reporte del apoyo recibido para actividades relacionadas con la transparencia climática se desarrolla mediante un proceso estructurado, basado en la articulación interinstitucional y en sistemas nacionales de seguimiento de financiamiento climático como lo es el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de financiamiento Climático, el cual se realiza siguiendo el flujograma presentado a continuación:

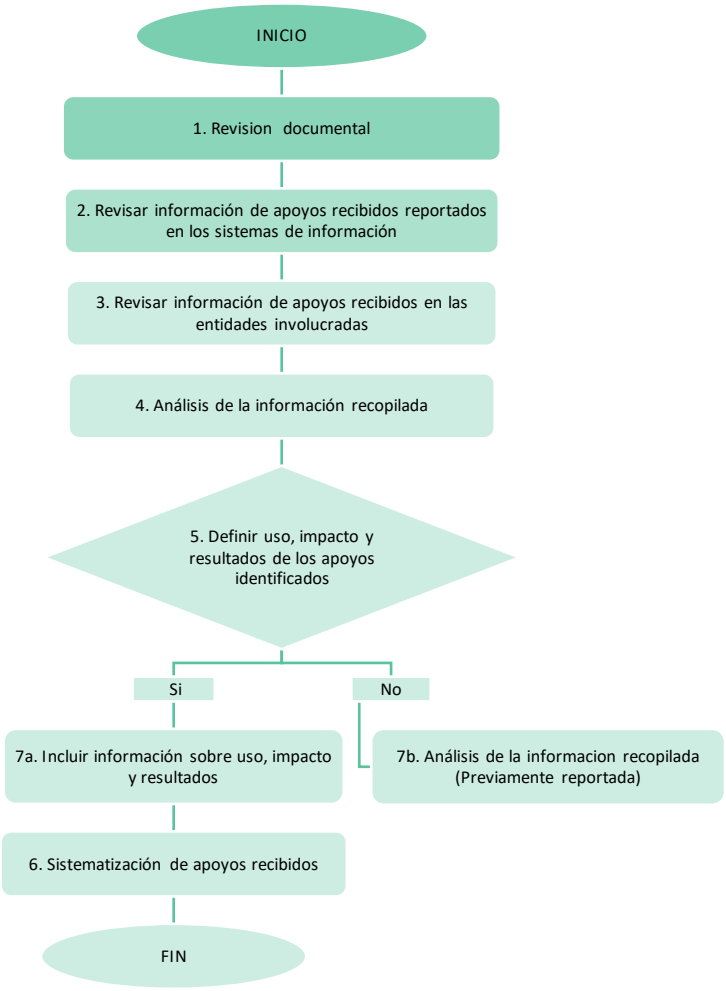


Figura 5-10. Flujograma del proceso realizado para identificación del apoyo recibido para el cumplimiento del artículo 13 del Acuerdo de París

Fuente. Elaboración propia

En primer lugar, se realiza la revisión documental de la información reportada en los sistemas de información, particularmente en el Sistema MRV de financiamiento climático, con el fin de identificar los apoyos recibidos durante el período de reporte.

Posteriormente, se complementa este proceso mediante la revisión de información con las entidades involucradas, con el propósito de ampliar y validar los datos, así como identificar apoyos no registrados formalmente, especialmente en materia de transferencia de tecnología y fortalecimiento de capacidades.

Una vez recopilada la información, se lleva a cabo el análisis de los apoyos identificados, el cual incluye su clasificación por tipo (financiero, tecnológico y

fortalecimiento de capacidades), su vinculación con las actividades del sistema de transparencia (como inventarios, sistemas MRV y sistemas de información) y la identificación de los sectores e instituciones beneficiarias.

A continuación, se evalúa la disponibilidad de información para definir los elementos de uso, resultados e impactos de los apoyos identificados. En los casos en que esta información esté disponible, se incorpora al análisis con el fin de evidenciar la contribución de los apoyos al fortalecimiento del sistema nacional de transparencia climática, conforme a los lineamientos metodológicos establecidos.

En caso contrario, cuando no se cuente con información suficiente sobre uso, resultados e impactos, se procede con el análisis de la información previamente reportada, asegurando la coherencia y trazabilidad de los datos disponibles.

Finalmente, la información es sistematizada en formatos tabulares alineados con las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) del Acuerdo de París, garantizando su consistencia con los requisitos de reporte del Informe Bienal de Transparencia (BTR).

Este proceso metodológico permite asegurar que el apoyo recibido sea reportado de forma transparente, consistente y trazable, facilitando la evaluación de su contribución al cumplimiento del artículo 13 del Acuerdo de París.

5.4. Información sobre el apoyo financiero requerido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 9 del Acuerdo de París (MPG 132 y 133 formato tabular))

En el presente ciclo de reporte se identificaron trece (13) necesidades de financiamiento por cooperación internacional por aproximadamente USD 1.371,5 millones, (con una Tasa Representativa del Mercado de $4.053 para 2025) destinadas a apoyar acciones de mitigación, adaptación y medidas transversales asociadas al cumplimiento de la NDC y de los objetivos climáticos de largo plazo del país. La estimación se realizó utilizando la información de los Planes de Implementación y Seguimiento (PdIS) reportados la plataforma +Clima con corte a diciembre de 2025, considerando las metas y medidas que contaban con información financiera disponible para las variables: *costos totales, financiamiento asignado y financiamiento requerido*, especialmente aquellas

con identificación de necesidades de cooperación internacional y que fueron finalmente validadas por las entidades responsables.

Las necesidades de apoyo financiero requerido reportadas se concentran principalmente en el sector forestal, lo que evidencia su papel prioritario para el cumplimiento de los compromisos climáticos del país. Los recursos restantes se distribuyen entre iniciativas de energía, transporte, industria, fortalecimiento del financiamiento climático e investigación y gestión ambiental. Asimismo, se destacan requerimientos orientados a la implementación de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (ENFC) y al fortalecimiento de sistemas de información y monitoreo climático.

Se enfatiza que para esta sección se distingue entre el costo total estimado de una meta o medida (que corresponde a los recursos necesarios para su implementación) y el financiamiento requerido, entendido como la brecha resultante una vez descontado el financiamiento ya asignado o comprometido. Esta distinción es fundamental para la correcta interpretación de los datos, ya que no toda meta o medida con un costo estimado implica una necesidad de apoyo externo equivalente.

Finalmente es importante mencionar que, si bien los apoyos solicitados contribuirán al avance de metas estratégicas de mitigación y adaptación climática del país, las cifras reportadas corresponden a un primer ejercicio de estimación de montos requeridos considerando la mejor información disponible, por lo cual los datos presentados no deben interpretarse como la totalidad de las necesidades de financiamiento climático del país. La estimación del apoyo financiero requerido para el cumplimiento de las acciones climáticas deberá continuar fortaleciéndose para los futuros ciclos de reporte en la medida en que se perfeccionen los procesos metodológicos y se disponga de información más robusta y actualizada.

5.4.1. Análisis transversal

Para estimar el apoyo financiero requerido se utilizó la información de financiamiento reportada hasta diciembre de 2025 en la plataforma +Clima para los Planes de Implementación y Seguimiento (PdIS) asociados a las metas y medidas derivadas del Esquema de Seguimiento y Reporte de la Ley 2169 de 2021 y la NDC actualizada en 2020. Los montos fueron homologados a valores de 2025 en pesos colombianos y dólares estadounidenses utilizando el IPC del DANE y la Tasa Representativa del Mercado (TRM) promedio diario reportada por el Banco de la República para ese año.

De las 111 metas y medidas con PdIS disponible a corte de diciembre de 2025, 84 reportaron información financiera lo que permitió analizar costos,

financiamiento asignado y requerido. Los resultados muestran que 68 metas y medidas no cuentan aún con recursos comprometidos, estimándose necesidades de financiamiento por USD 12.401 millones.

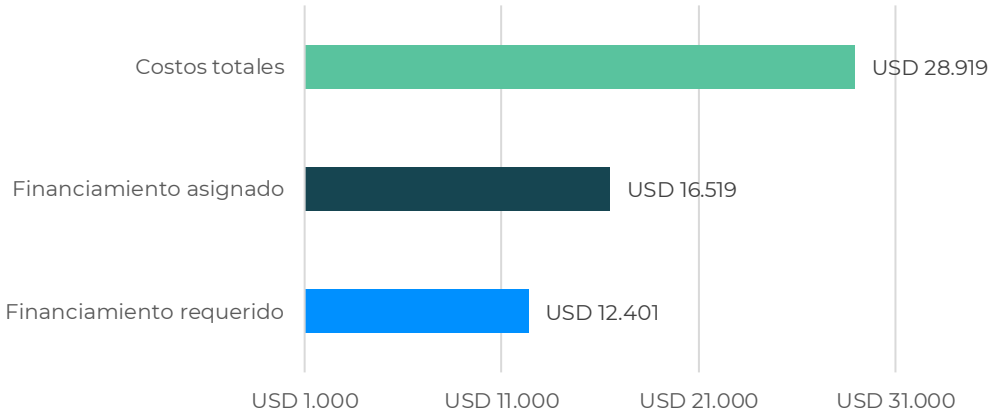


Figura 5-11. Costos totales, financiamiento asignado y requerido a partir de los PdIS reportados en +Clima. (MM USD 2025)

Fuente. Elaboración propia

La distribución del financiamiento requerido según fuente de financiación muestra una alta dependencia de los recursos públicos, que concentran la mayor parte de las necesidades identificadas con USD 8.709 millones, equivalentes a aproximadamente el 70% del total requerido. En segundo lugar, la cooperación internacional representa una fuente relevante de apoyo con USD 1.451 millones, equivalentes al 12% del financiamiento total requerido reportado.

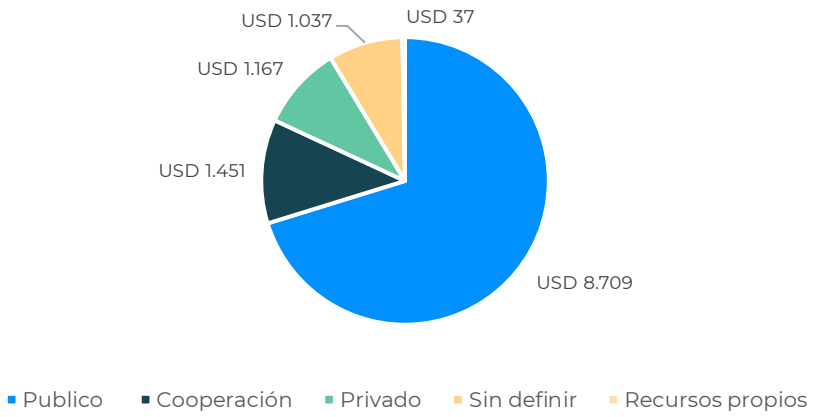


Figura 5-12. Distribución de financiamiento requerido según fuentes de financiación-PdIS reportados en +Clima. (MM USD 2025)

Fuente. Elaboración propia

No obstante, de acuerdo con la información que fue confirmada por las entidades luego del proceso de socialización y las distintas mesas de trabajo, el reporte del apoyo financiero requerido agregó 13 necesidades de financiamiento por cooperación por un monto de USD 1.371,5 millones.



Figura 5-13. Metas y medidas con financiamiento requerido por cooperación. (MM USD 2025).

Fuente. Elaboración propia

5.4.2. Sectores respecto de los cuales se desea atraer financiación internacional

El análisis de las necesidades de apoyo financiero requerido por sector evidencia una alta concentración de recursos en el sector forestal, particularmente en acciones de conservación, restauración y manejo sostenible de ecosistemas forestales que representa el 97,89% del monto total estimado, con requerimientos por USD 1.342,5 millones distribuidos en dos medidas bajo responsabilidad del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante acciones que buscan restaurar al menos un millón de hectáreas acumuladas a 2030 e impulsar políticas e incentivos para la reducción de la deforestación y degradación de ecosistemas forestales. Esta marcada participación refleja la relevancia de las acciones asociadas a la conservación, restauración y manejo sostenible de los ecosistemas forestales dentro de los compromisos climáticos del país.

Los demás sectores presentan requerimientos menores: el sector de energía concentra el 0,40% del total (USD 5,5 millones), en dos medidas provenientes del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo para impulsar eficiencia energética, sustitución de combustibles y tecnologías limpias en la industria e Implementar estrategias de descarbonización logística; el sector transporte representa el 0,28% (USD 3,9 millones) en una medida del Ministerio de Transporte para Incrementar el uso de caminata y bicicleta mediante la Estrategia Nacional de Movilidad Activa; el sector industria participa con el 0,18% (USD 2,5 millones) en dos medidas del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo promoviendo eficiencia en procesos industriales y economía circular e implementar estrategias de adaptación al cambio climático en empresas priorizadas; finalmente las acciones transversales equivalen al 0,08% (USD 1,0 millón) en una medida a cargo del Departamento Nacional de Planeación para Consolidar la implementación de largo plazo de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático.

Por su parte, la categoría “Otro” agrupa cinco medidas con necesidades por USD 16,0 millones, equivalentes al 1,16% del total, principalmente asociadas a iniciativas lideradas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ideam y Parques Nacionales Naturales, que tienen que ver con medidas que aportan a la planificación de la gestión del cambio climático en el sector ambiente y desarrollo sostenible, gestión de la biodiversidad y el desarrollo de tecnología, investigación e información para monitorear y evaluar la adaptación al cambio climático en Colombia mediante el Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación al Cambio Climático (SIIVRA).

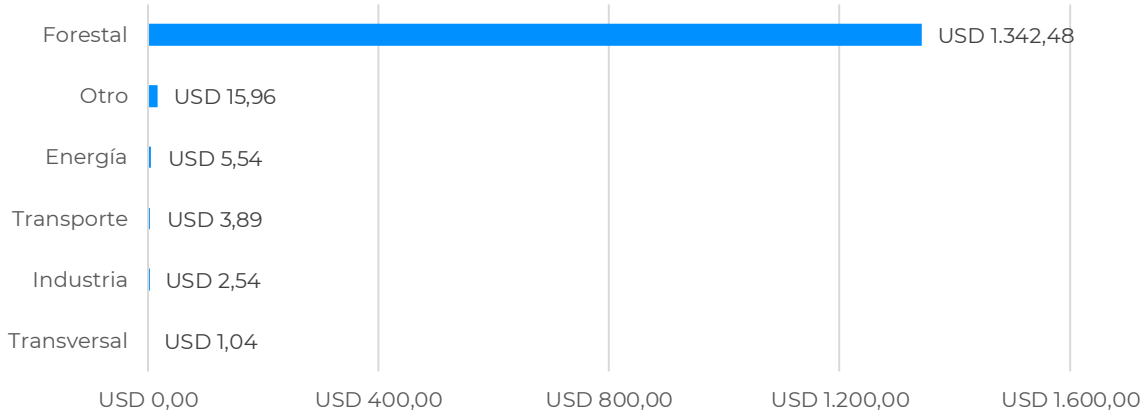


Figura 5-14. Distribución de financiamiento requerido según sectores. (MM USD 2025)

Fuente. Elaboración propia

Según el **tipo de apoyo**, las necesidades de financiamiento requerido se concentran en acciones de mitigación, que representan el 98,6% del total (USD 1.352,6 correspondientes a 6 medidas). Por su parte, las acciones de adaptación representan el 1,3% (USD 17,3 asociados a 4 metas), mientras que las acciones transversales corresponden al 0,1% restante (USD 1,6 vinculados a 3 metas).

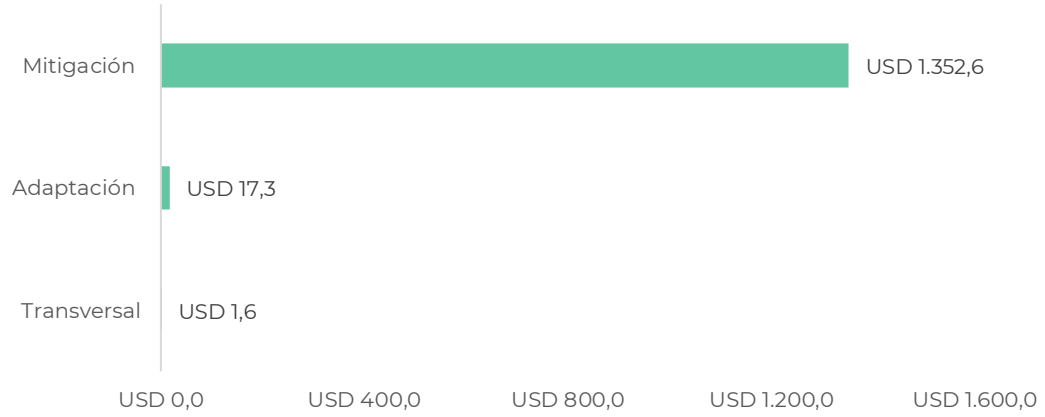


Figura 5-15. Distribución de financiamiento requerido según tipo de apoyo. (MM USD 2025)

Fuente. Elaboración propia

5.4.3. Enfoque para mejorar la estimación del apoyo financiero requerido

Se identifica oportunidades de mejora metodológica para fortalecer la estimación de costos de las acciones climáticas y de montos de financiamiento requerido, así como de alineación del Esquema de Seguimiento y Reporte de la Ley 2169 de 2021 a través de la plataforma +Clima con los requerimientos del

Marco Reforzado de Transparencia. Entre las principales iniciativas se destacan la futura incorporación de los resultados de la actualización de las Curvas de Costos Marginales de Abatimiento (MACC), el desarrollo de una herramienta nacional de costeo integral para medidas de mitigación, adaptación y medios de implementación, y ajustes a +Clima orientados a mejorar la calidad, trazabilidad y consistencia de la información financiera para efectos del reporte en los BTR. Los ajustes identificados en los Planes de Implementación y Seguimiento (PdIS) y en los campos de reporte de +Clima, incluyen aspectos relacionados con clasificación sectorial, instrumentos financieros, plazos, información financiera, impactos esperados y contribuciones al desarrollo tecnológico y fortalecimiento de capacidades.

Asimismo, se identifica la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas de las entidades responsables para la apropiación y uso de las herramientas de estimación de costos, de manera que sus resultados puedan incorporarse de forma consistente en la sección financiera de los Planes de Implementación y Seguimiento (PdIS) reportados en +Clima. Este fortalecimiento resulta fundamental dado que los PdIS constituyen el instrumento normativo previsto para el seguimiento de la implementación de la NDC de Colombia.

De igual forma, se reconoce la necesidad de avanzar en la estructuración del portafolio de metas y medidas climáticas hacia proyectos financiables, con objetivos claramente definidos, costos robustos e instrumentos financieros identificados, de manera que puedan consolidarse como proyectos estratégicos de alcance nacional y facilitar su acceso a fuentes de financiamiento. Para ello, se considera fundamental dar continuidad al proceso de priorización y estructuración que se viene desarrollando a través del Corredor de Financiamiento Climático–Plataforma País. En conjunto, estas acciones contribuirán a mejorar la identificación y reporte del apoyo financiero requerido, facilitar el análisis de brechas de financiamiento y fortalecer los futuros ciclos de reporte climático del país.

5.5. Información sobre el apoyo financiero recibido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 9 del Acuerdo de París (MPG 134 Formato tabular)

Colombia reporta un total de USD 369,3 millones (aproximadamente COP 1,5 billones) en concepto de apoyo financiero recibido para la acción climática durante el período 2024–202564. La información corresponde a 209 proyectos rastreados a través de los sistemas nacionales MRV de Financiamiento Climático

64 Tasa Representativa del Mercado para año 2024 de $4.073 pesos y año 2025 de $4.053 pesos

y plataforma de cooperación internacional Cíclope. Esta es analizada en cinco categorías: año, canal de financiación, tipo de apoyo, sector receptor y temática, para caracterizar el perfil de la cooperación climática internacional que respalda la implementación de los compromisos del país en el marco del Acuerdo de París y su Contribución Determinada a Nivel Nacional.

5.5.1. Análisis Transversal

El apoyo financiero recibido por Colombia durante el período cubierto por el BTR2 presenta una **distribución por año** relativamente equilibrada entre los dos años de referencia, con una leve concentración en 2024. En ese año se recibieron USD 200,6 millones, equivalentes al 54,5 % del total reportado, mientras que en 2025 el monto ascendió a USD 168,6 millones, representando el 45,5 % restante. Esta distribución sugiere un flujo de cooperación climática sostenido a lo largo del período, sin picos atípicos ni vacíos de financiación, lo que refleja la continuidad de los compromisos de los donantes con la agenda climática colombiana. La leve reducción entre 2024 y 2025 podría obedecer a ciclos de desembolso propios de los instrumentos de financiamiento vigentes, y no necesariamente a una contracción estructural del apoyo internacional.



Figura 5-16. Total aportes recibidos en financiamiento años 2024-2025
Fuente. Elaboración propia

Respecto a **Canal de financiación**, el bilateral se constituye con amplia diferencia en la principal fuente de apoyo financiero climático recibido, concentrando el 87,9 % del total reportado, equivalente a USD 324,5 millones, lo que refleja la solidez de las relaciones de cooperación que el país ha consolidado con socios bilaterales estratégicos, entre los que históricamente se destacan Alemania, Estados Unidos, la Unión Europea y el Reino Unido, y la preferencia de estos por instrumentos de financiamiento directo gobierno a gobierno, que permiten una mayor alineación con las prioridades nacionales.

El canal multilateral aporta el 9,4 % del total (USD 34,7 millones), canalizando recursos a través de organismos como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Fondo Verde del Clima y otros fondos climáticos de la arquitectura multilateral. Si bien su participación relativa es significativamente menor a la del canal bilateral, los recursos multilaterales suelen estar asociados a operaciones de mayor envergadura y con condicionalidades técnicas más rigurosas, lo que puede tener un efecto operativo llevando a menor preponderancia de este canal.

El financiamiento privado representa el 2,8 % del total (USD 10,2 millones), mostrando que, si bien el sector privado comienza a participar en el ecosistema de financiamiento climático del país, su contribución aún es incipiente en relación con la magnitud de las necesidades. Así las cosas, fortalecer los mecanismos de movilización de capital privado (donación, bonos verdes y esquemas de garantías) se constituye una oportunidad para los próximos ciclos de reporte.

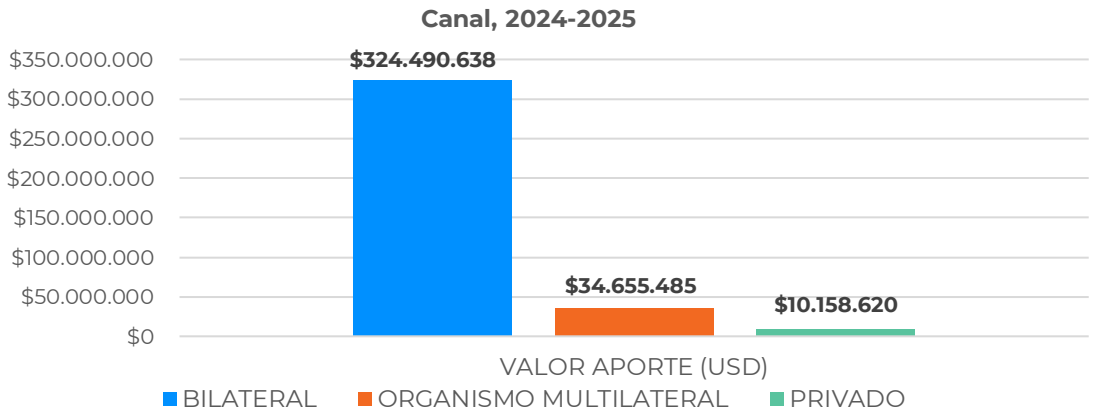


Figura 5-17. Canal de financiación apoyo recibido

Fuente. Elaboración propia

En cuanto a **Tipo de apoyo**, la distribución indica que el grueso de los recursos correspondiente al 63,5 %, es decir USD 234,4 millones, está clasificado como de carácter Transversal, (que contribuye simultáneamente a la mitigación y a la adaptación), lo que es coherente con la naturaleza de muchas cooperaciones internacionales que tienden a apoyar procesos multienfoque antes que acciones sectoriales delimitadas. En términos de conteo de proyectos, la categoría transversal también es la más numerosa con 109 proyectos.

Las inversiones orientadas específicamente a mitigación representan el 18,4 % del total (USD 68,1 millones, 25 proyectos), reflejando el interés de los cooperantes en apoyar la transición energética, la gestión del riesgo y desastres, la agricultura baja en carbono y el control a la deforestación. La adaptación, con el 18,1 % (USD 66,8 millones, 75 proyectos), pese a tener una participación en valor similar a la

mitigación, concentra mayor número de proyectos individuales, lo que indica que el apoyo a la adaptación tiende a canalizarse a través de iniciativas de menor escala unitaria pero mayor diversidad temática y territorial. Esta lectura sugiere que el país podría explorar mecanismos que permitan escalar y consolidar los proyectos de adaptación, incrementando su valor unitario y su impacto agregado.

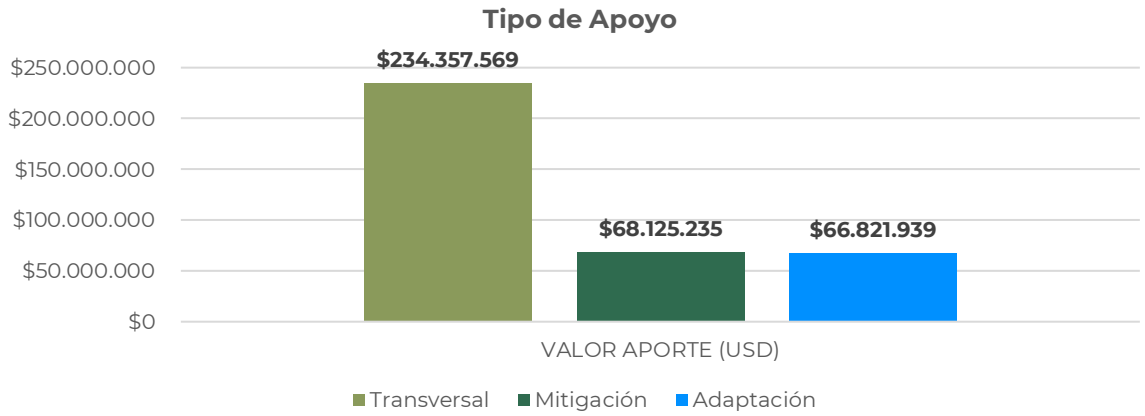


Figura 5-18. Tipo de apoyo en financiamiento recibido

Fuente. Elaboración propia

La **distribución sectorial** del apoyo financiero recibido presenta una alta concentración en el sector Transversal (40,9 %, USD 150,9 millones), que agrupa iniciativas de gobernanza, sistemas de información, planificación climática, MRV y fortalecimiento institucional, que benefician a múltiples sectores de manera simultánea. Este nivel de financiamiento transversal es clave para Colombia, pues habilita y fortalece las capacidades sistémicas sin las cuales las inversiones sectoriales no pueden generar los impactos esperados.

El sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible ocupa el segundo lugar con USD 71,5 millones (19,4 %), reflejando el interés de los cooperantes en apoyar la conservación de la biodiversidad, las soluciones basadas en la naturaleza, los ecosistemas estratégicos y la gestión sostenible del territorio. Minas y Energía recibe USD 42,2 millones (11,4 %), en línea con los compromisos de transición energética del país, incluyendo la expansión de fuentes no convencionales de energía renovable y la eficiencia energética.

Los sectores de Agricultura y Desarrollo Rural (7,4 %), Control a la Deforestación (6,3 %) e Industria, Comercio y Turismo (5,7 %) completan el grupo de sectores con participación media, acumulando en conjunto el 19,4 % del total. En contraste, los sectores de Vivienda, agua y saneamiento (2,8 %), Transporte (2,3 %), Gestión del riesgo (2,1 %) y Salud (1,8 %) recibieron proporciones significativamente menores

(total 9%), a pesar de concentrar varias de las necesidades identificadas en el BTR2. Por tanto, la brecha entre las necesidades reportadas y el financiamiento efectivamente recibido en estos sectores de media y baja concentración, invitan a que los organismos nacionales e internacionales profundicen en la priorización del apoyo internacional en los próximos ciclos.

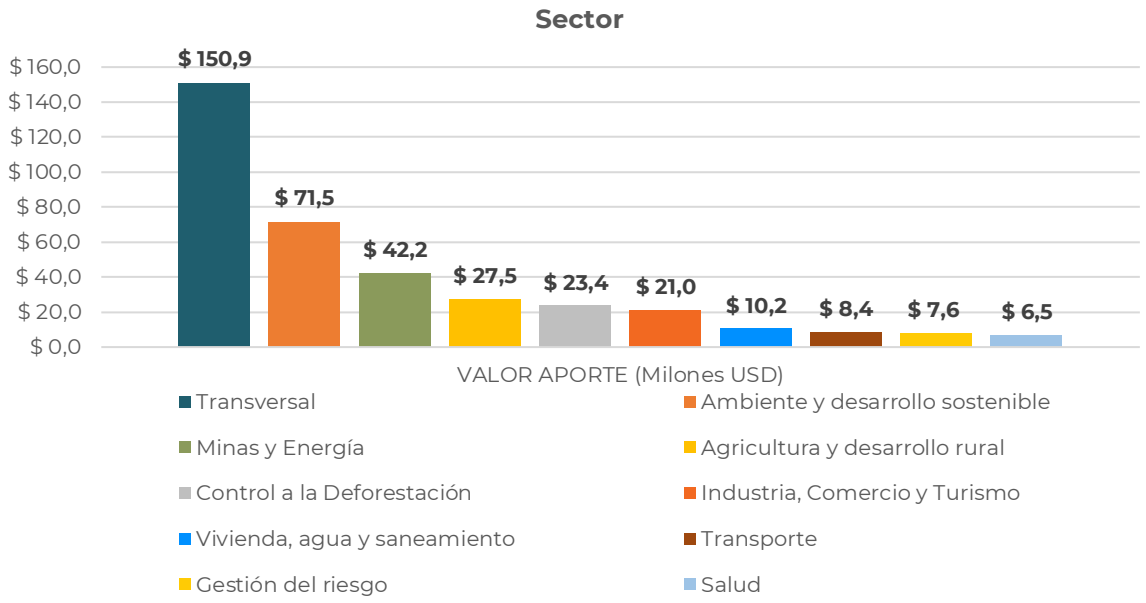


Figura 5-19. Distribución sectorial en financiamiento recibido

Fuente. Elaboración propia

La **temática** del apoyo financiero recibido permite identificar en qué medida la cooperación climática contribuye específicamente al desarrollo y la transferencia de tecnologías y al fomento a la capacidad, siendo junto al apoyo financiero, los 3 componentes que integran el marco de transparencia. El 39,8 % del total (USD 147,1 millones) corresponde a "Otras acciones climáticas", es decir, a contribuciones que no se clasifican principalmente bajo los componentes de tecnología ni fomento a la capacidad, sino que financian directamente acciones de mitigación o adaptación en amplia diversidad de territorios del país.

El 32,2 % del total (USD 118,9 millones) financia de manera conjunta tanto el desarrollo y la transferencia de tecnologías como el fomento a la capacidad, reconociendo dicha complementariedad en un tercio del total recibido para estos dos componentes, pues las tecnologías climáticas amplifican el impacto sostenible si van acompañadas de las capacidades institucionales, técnicas y humanas necesarias para implementarlas, mantenerlas y escalarlas. Esta es una categoría de alto interés estratégico para el país dado que maximiza el impacto de la cooperación.

El 15,5 % (USD 57,3 millones) contribuye exclusivamente al Desarrollo y la Transferencia de Tecnologías, apoyando la adopción de tecnologías limpias, la innovación en soluciones bajas en carbono y el acceso a herramientas digitales de monitoreo y modelación climática. Finalmente, el 12,5 % (USD 46 millones) se destina exclusivamente al Fomento a la capacidad, centrado en entrenamiento técnico de equipos y fortalecimiento institucional a largo plazo. De manera agrupada, el 60,2 % del apoyo financiero recibido tiene una contribución directa o combinada al fortalecimiento de las capacidades y tecnologías climáticas del país, lo que evidencia que el reconocimiento de los cooperantes internacionales se orienta a fortalecer las condiciones habilitantes para la acción técnica, desarrollo de habilidades y capacidades, sofisticación tecnológica y superación de brechas estructurales de las entidades y los sistemas nacionales sectoriales y transversales con foco en acción climática.

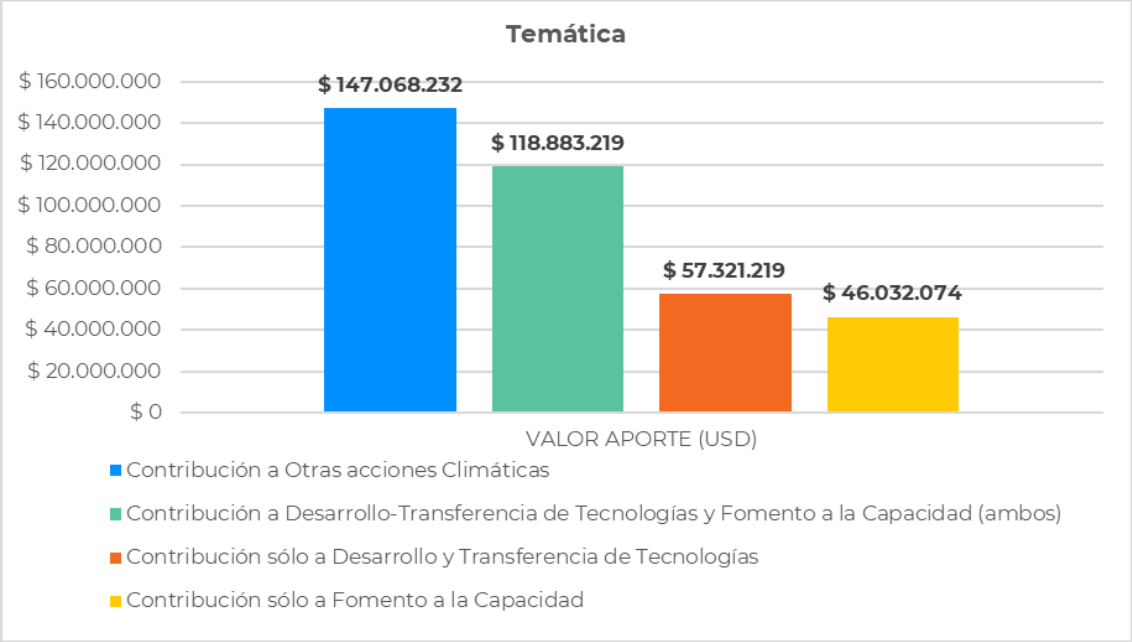


Figura 5-20. Temática en la que se distribuye el financiamiento recibido

Fuente. Elaboración propia

5.5.2. Conclusiones

El análisis integrado de las cinco categorías de apoyo financiero reportadas para este Informe Bienal permite identificar tres tendencias en la estrategia de movilización de recursos climáticos de Colombia que con base para los ciclos en los próximos años. En primer lugar, la alta concentración en el canal bilateral (87,9 %) y en los tipos de apoyo transversal (63,5 % por tipo y 40,9 % en sector) mostrando una arquitectura de financiamiento sólida en el plano de las capacidades habilitantes, pero con oportunidades claras de diversificación hacia el canal multilateral y privado y, hacia una mayor inversión sectorial en los

componentes de Transporte, Agricultura, Control a Deforestación, Salud y Gestión del riesgo.

En segundo lugar, la distribución relativamente equilibrada entre 2024 y 2025 (54,5 % vs. 45,5 %) indica la continuidad del respaldo internacional, pero también la necesidad de ampliar el volumen total de apoyo para hacer frente a las necesidades identificadas.

En tercer lugar, el hecho de que el 60,2 % del apoyo tenga una contribución directa o combinada al fortalecimiento de tecnologías y capacidades indica que los socios internacionales comprenden la naturaleza habilitante de estos componentes, y que Colombia debe consolidar este reconocimiento en sus estrategias de negociación con cooperantes, haciendo explícita la conexión entre las necesidades reportadas en el BTR2 y la cartera o pipeline de proyectos prioritarios a financiar.

5.6. Información sobre el apoyo para el desarrollo y la transferencia de tecnología requerido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 10 del Acuerdo de París (MPG 135 y 136 (formato tabular))

5.6.1. Análisis de necesidades identificadas en materia de Desarrollo y Transferencia de tecnología

La recopilación de necesidades y soluciones se efectuó nacionalmente durante el año 2025 a través de dos mecanismos:

1) *Mapeo transversal nacional de necesidades-soluciones multisectoriales (marco endógeno):* Invitación a entidades público-privadas, que hacen parte del Comité de Información de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, entidades académicas, y representantes del sector productivo como gremios, buscando información respecto a los 10 sectores que hacen parte de la metodología MRV versión año 2025, y,
2) *Aplicación de la metodología de Evaluación de Necesidades de Tecnología* (TNA por sus siglas en inglés) para 4 subsectores priorizados nacionalmente: Agua y sus nexos, Sistemas energéticos, Infraestructura resiliente, y Soluciones basadas en naturaleza para el sector AFOLU.

Tanto el mapeo transversal como la evaluación de necesidades en subsectores, se establecieron como fuente de información para encontrar iniciativas de solución que se constituyeran en Apoyos requeridos por el país.

5.6.1.1. Mapeo transversal nacional de necesidades y soluciones

Se basó en la metodología para identificar las necesidades del país en materia de desarrollo y transferencia de tecnología para el cambio climático (numeral 1.3.2.4) y en la premisa de convocar actores que reflejasen necesidades y apoyos requeridos desde los principales sectores en el ámbito nacional. Lo anterior, con el objeto de encontrar representatividad e información que permitiera identificar iniciativas y focalizar proyectos específicos, de acuerdo con las brechas en materia de desarrollo y transferencia de tecnologías. La información fue aportada por una muestra de 37 entidades que totalizan 153 necesidades reportadas y 152 soluciones a lo largo del ciclo tecnológico.

Del ejercicio, hicieron parte 6 Ministerios Nacionales, 10 Institutos o Unidades Nacionales, 2 Nodos regionales de cambio climático, 3 entidades gremiales con foco en conocimiento, 7 Instituciones de Educación Superior, 2 entidades facilitadoras y 3 otras entidades públicas.

5.6.1.1.1. Análisis transversal

De acuerdo con la metodología diseñada para identificación de necesidades, se realizó un análisis bajo las categorías:

- Tipo de actor.
- Tipo de apoyo de la necesidad /solución
- Sector
- Ubicación geográfica
- Etapa de apoyo
- Por tendencia en perfil de barreras

Por ***tipo de actor***, las necesidades fueron emitidas en cantidad por entidades públicas (82) en un 54 %, academia (43) en un 28 %, gremios sectoriales (17) en un 11 %, entidades facilitadoras (11) en un 7 %. Esto implica que, los entes rectores sectoriales como ministerios públicos, entidades adscritas y entidades especializadas públicas son los emisores principales de información, no obstante, se resalta que Colombia logró involucrar actores del sector privado generadores y facilitadores de conocimiento (representando un 47 %), en aras de ampliar la visión con entidades que lideran y gestionan diferentes eslabones del ciclo tecnológico. Esto permitió integrar un panorama con actores diversos que reflejaron visiones complementarias.

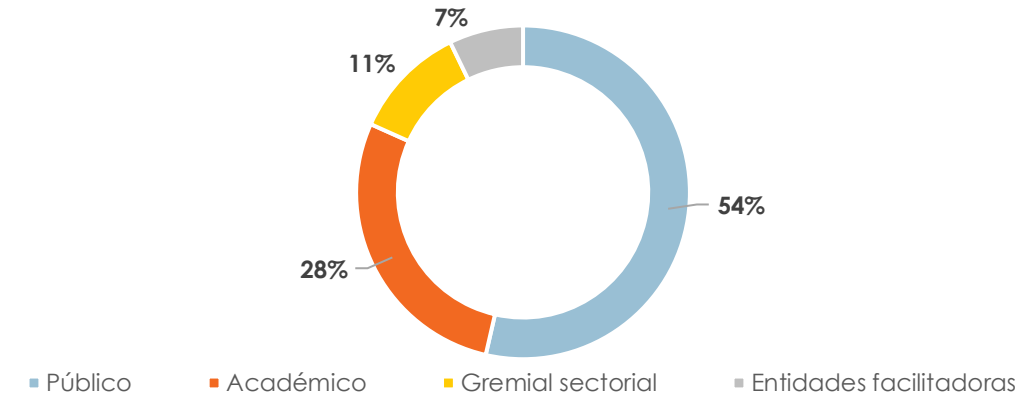


Figura 5-21. Tipo de actor que reporta necesidades en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías

Fuente. Elaboración propia

Respecto al ***Tipo de Apoyo para necesidades y soluciones*** reportadas, la distribución corresponde a 33 % mitigación, 30 % adaptación, 20 % transversal (mitigación y adaptación), 12 % reporte de información y 4% INGEI (Inventarios gases efecto invernadero), mostrando que la distribución entre necesidades e iniciativas de solución, no tiene una marcada diferenciación entre componentes de mitigación y adaptación, haciendo visible que para diferentes tipos de actores, las prioridades en I+D+i tienen pesos balanceados enfocados a generación de entornos habilitantes, e información y aplicación en escalas de madurez tecnológica específicas según el estatus nacional en tecnologías. Si bien se suele esperar que las tecnologías duras en mitigación de bajas emisiones tengan un peso proporcional alto, el ejercicio mostró que las tecnologías en adaptación en sectores como salud, agua y saneamiento e industria tienen igualmente alta participación e iniciativas de solución.

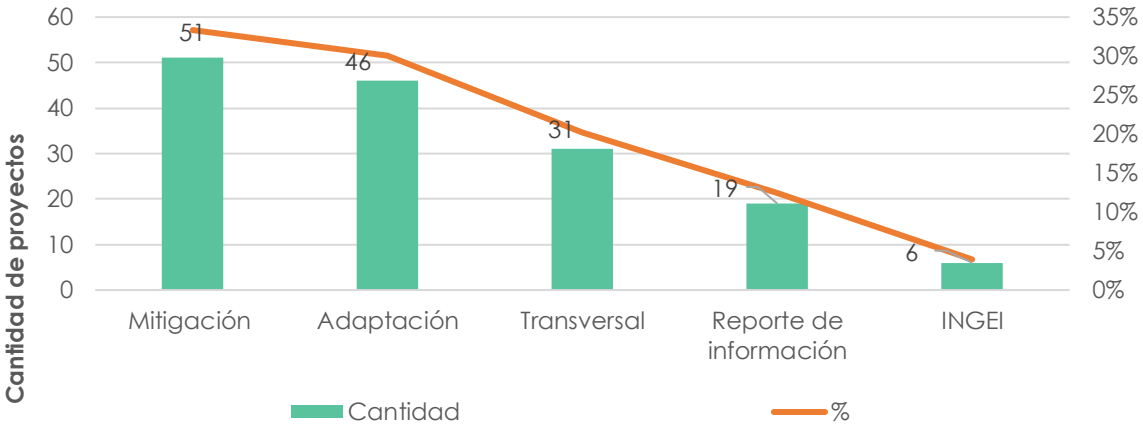


Figura 5-22. Distribución necesidades por tipo de apoyo requerido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías

Fuente. Elaboración propia

En referencia al ***Sector*,** fueron reportadas necesidades mayoritariamente para Transporte (18 %) con 27 iniciativas, Industria, comercio y turismo (15 %) con 23, Agricultura y desarrollo rural (14 %) con 22 iniciativas y Ambiente y desarrollo sostenible (14%) con 22, seguidos de Vivienda, agua y saneamiento (13%) con 20 iniciativas y Transversal (8 %) con 12. No se reportaron necesidades relativas a Control de deforestación. Lo anterior refleja que, en volumen, la muestra tiene un alto enfoque en las necesidades provenientes de sectores económicos como Transporte, Industria, Energía y Agricultura con un peso sumado de 54 %, donde en los tres primeros, la mitigación es esencial; y en el cuarto las medidas combinadas y mayoritariamente en adaptación requieren de acción nacional, tendencia que se repite para los sectores Ambiente y Vivienda, Agua y Saneamiento. Los sectores transversales (riesgo y transversal) con un peso sumado de 15 % relacionan un relativo peso bajo en necesidades, pero no por ello son menos cruciales principalmente en adaptación y tecnologías de información.

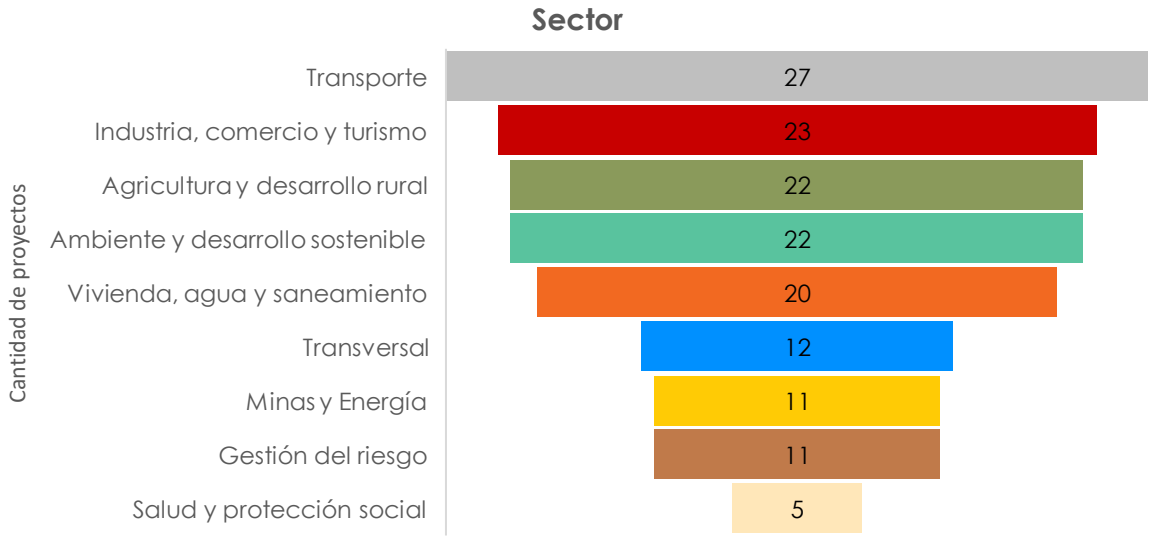


Figura 5-23. Sectores de reporte de necesidades en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías

Fuente. Elaboración propia

En cuanto a ***Etapa de apoyo***, acorde con las etapas del ciclo tecnológico, un 38 % de las soluciones planteadas para las necesidades identificadas, corresponde a Desarrollo tecnológico, un 27 % a Innovación y despliegue, un 24 % a Investigación, estudios y generación de conocimiento, un 10% a Transferencia tecnológica y un 1 % a difusión para la adopción del proceso tecnológico. Esto implica que para 2025, Colombia identifica soluciones enfocadas en etapas demostrativas y de despliegue, lo cual evidencia una creciente visión de aplicación de conocimiento desde entidades líderes en el sector público, la academia y actores productivos. No obstante, las etapas de Transferencia y Difusión (11 %) donde el mercado y la sociedad adoptan tecnologías, procesos y productos para mitigación y adaptación de cambio climático; tienen un peso

relativo bajo, por ende, es clave un progresivo avance nacional hacia etapas de transferencia y adopción, para incrementar la acción climática efectiva en el país.

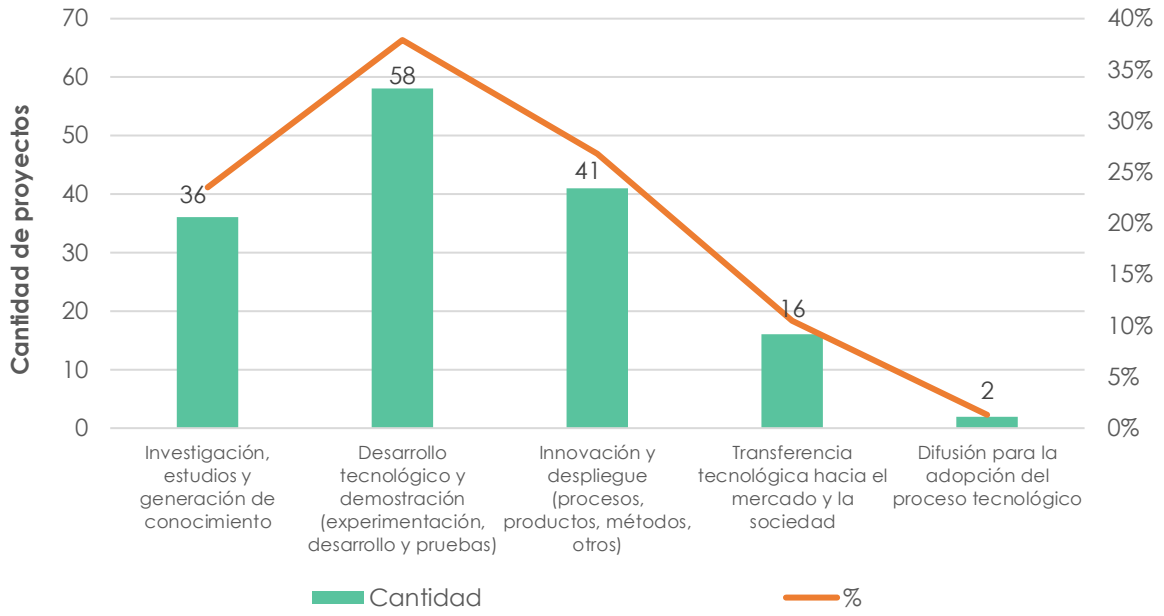


Figura 5-24. Etapa de apoyo requerido para las soluciones a necesidades en Desarrollo y Transferencia de Tecnología

Fuente. Elaboración propia

Finalmente, la tendencia en perfil de ***Barreras identificadas*** se realizó a partir de conteo manual de las limitaciones o barreras que más se repiten por cada actor que reportó información.

De acuerdo con la caracterización realizada, las tres principales barreras corresponden a: i) Recursos financieros de inversión para infraestructura, equipos, tecnología, con 24 %, ii) Brechas en talento humano técnico, analítico y con capacidades tecnológicas a nivel local, con 13 %, iii) Inclusión de criterios climáticos en normativas y/o ausencia de normatividad vinculante, con 10%. A estas le siguen con porcentajes en 8% y 9%: Recursos económicos para sostenibilidad, escalamiento, operación y/o mantenimiento; interoperabilidad de datos y sistemas nula o limitada en plataformas de información; Débil articulación interinstitucional entre actores locales, academia, nacionales u otros; y Falta o desconocimiento de incentivos en financiación.

En general las barreras identificadas corresponden a aspectos económicos, capital humano, vacíos en normatividad, articulación institucional y generación/operación de datos. Así mismo se evidenciaron barreras que identificaron menos actores, pero que son de interés estratégico como: limitaciones en visión de largo plazo en líderes tomadores de decisión, modelos de operación y/o negocios sostenibles, y desconocimiento de tecnologías

disponibles y de estrategias comerciales. Se estima que alrededor de un 40 % de las barreras informadas son altamente específicas a las necesidades e iniciativas de solución reportadas, por ende, atañen a un apoyo buscado o un proyecto puntual.

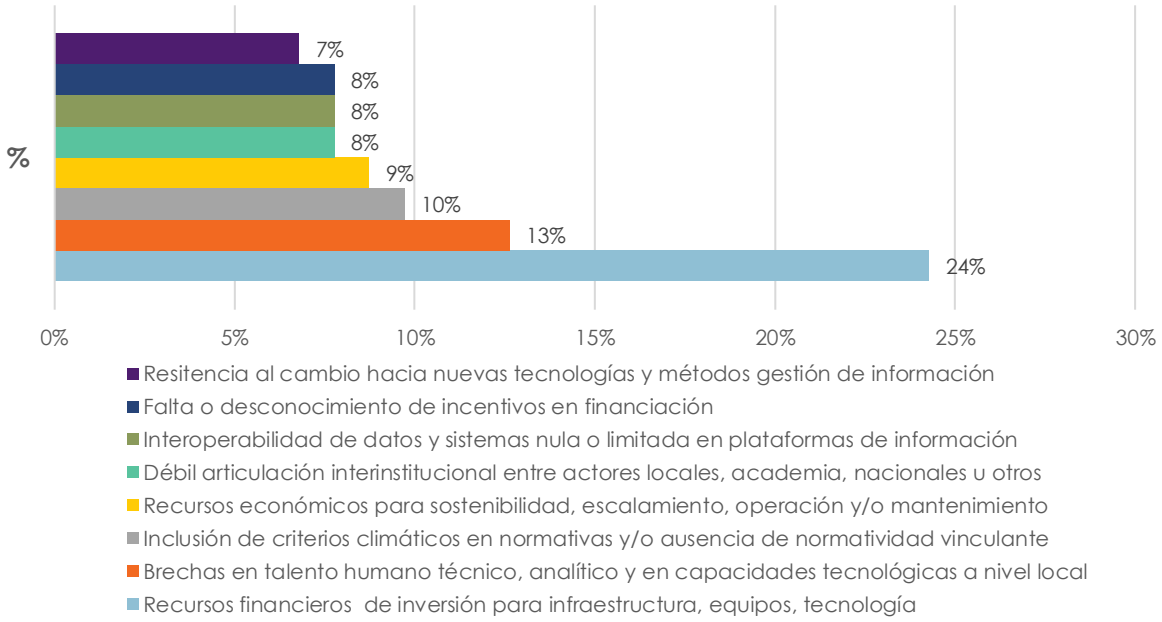


Figura 5-25. Principales barreras para solucionar necesidades en Desarrollo y Transferencia de tecnología

Fuente. Elaboración propia

De otra parte, para complementar el análisis de necesidades y soluciones desde la perspectiva del **sector privado**, se realizaron entrevistas semiestructuradas a la entidad facilitadora Connect Bogotá Región y su aceleradora Climatech quien actúa en el ecosistema de desarrollo de tecnologías e innovación, y al programa de financiación colaborativa A2censo de NUAM (producto de la Bolsa de Valores de Colombia).

En cuanto a nivel de tecnologías y opciones de financiación, Connect Bogotá Región ha logrado consolidar un portafolio de 45 startups en los últimos 2 años, con tecnologías en niveles de madurez avanzados (TRL 9), es decir en etapa de innovación, en verticales de transición energética, bioeconomía y economía circular, mientras que la plataforma A2censo ha demostrado que existe una alta receptividad de los inversionistas hacia modelos de negocio verdes, especialmente en energía solar fotovoltaica, movilidad sostenible y materiales biodegradables, siempre y cuando tengan modelos de negocios viables. Esto implica que la aceleración de negocios de base tecnológica y los mecanismos de financiación alternativa están avanzando en soluciones emergentes, con ejemplos como la inteligencia artificial para el monitoreo de huella de carbono y la generación de energía mediante hidrógeno verde; promoviendo que se logren

ejecutar sistemas en entornos reales, y que las pymes que se derivan atraigan capital de impacto.

Los hallazgos de las entrevistas muestran una paradoja en el ecosistema nacional, pues mientras existe una oferta científica vibrante y una creciente receptividad de los inversionistas hacia negocio sostenibles, el escalamiento efectivo de las tecnologías tiene asimetrías tanto en capacidades como en expectativas. Mientras las soluciones de base científica suelen carecer de la estructura de negocio necesaria para asociarse con capitales de riesgo, los inversionistas pequeños y los corporativos aún operan bajo lógicas tradicionales que buscan soluciones avanzadas técnicamente y no siempre reconocen el valor integral de los beneficios socioambientales. Esta situación genera un estancamiento en los niveles de madurez tanto intermedios como altos, donde proyectos con gran potencial de mitigación y adaptación no logran dar el salto hacia la masificación comercial.

Se identificó aversión al riesgo en el ecosistema para invertir en etapas tempranas del ciclo tecnológico, particularmente en tecnologías duras diferentes a digitales. Existe acceso limitado a laboratorios y servicios tecnológicos con costos elevados, y las tecnologías nacionales compiten desfavorablemente con alternativas internacionales probadas. Adicionalmente, persiste desalineación entre la oferta científica (technology push) y las necesidades reales del mercado y la sociedad (market pull), lo que limita la masificación de innovaciones con alto potencial climático.

En consecuencia, la consolidación de la transferencia tecnológica no solo requiere de más capital, sino de una evolución cultural y operativa que permita transformar la innovación climática desde un esfuerzo aislado de pequeños startups, hacia uno enfocado en escalar ágilmente y robustecer los modelos hacia la rentabilidad. Así las cosas, se concluye para que el ecosistema ClimaTech colombiano madure, se requiere fortalecer la capacidad de escalamiento industrial y sensibilizar a los inversionistas sobre los beneficios de largo plazo de los negocios verdes, donde la ciencia y la tecnología nacional tengan mecanismos de apoyo en las etapas más críticas de desarrollo, para lograr convertirse en tecnologías disponibles para el uso o consumo, y contribuir así a la competitividad climática.

5.6.1.1.2. Análisis sectorial

Se adoptó un enfoque de análisis sectorial que facilita la identificación de apoyos y oportunidades específicas en sectores de alto impacto: Transporte, orientado hacia la movilidad sostenible; Agua y Saneamiento, con foco en la seguridad hídrica; Energía, impulsando la diversificación de la matriz; Ambiente y Desarrollo Sostenible, priorizando la restauración y la bioeconomía; e Industria y Agricultura, enfocados en la eficiencia de recursos y la producción climáticamente

inteligente. No fue reportada información respecto al sector Control a la deforestación.

Es relevante acotar que las soluciones tecnológicas en Colombia buscan alcanzar una adopción de tecnologías que se ajusten a las realidades geográficas del país (desde las zonas costeras hasta los ecosistemas de alta montaña), y que sean pertinentes para las comunidades, más que una implementación uniforme dentro de un país altamente diverso. Al integrar el conocimiento científico con las necesidades locales, se consolidó un portafolio de soluciones que fomenta la innovación nacional, que busca que el apoyo internacional requerido se traduzca en transformaciones estructurales, sostenibles y con mayor equidad en las regiones.

A manera de panorama total, la siguiente figura presenta una síntesis bajo agrupación de las tecnologías por sector reportadas nacionalmente mediante el ejercicio de mapeo.

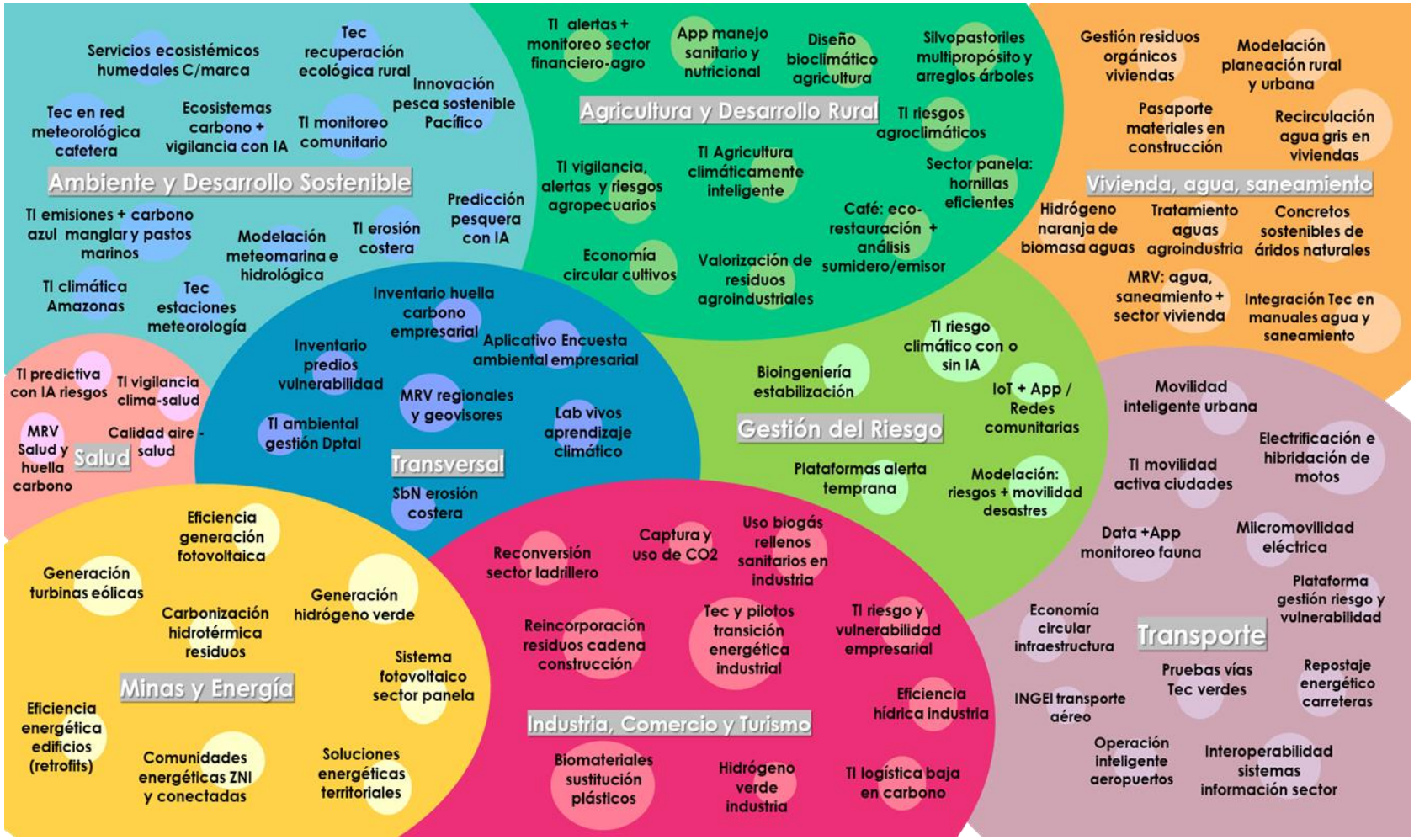


Figura 5-26. Mapa de Tecnologías por sector para Apoyo requerido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías

Fuente. Elaboración propia

A través de figuras de radar de soluciones por sector se agrupan los principales estudios, tecnologías duras y blandas recopiladas, así como una síntesis de las tendencias de la información reportada por parte de los actores nacionales.

5.6.1.1.2.1. Sector Agricultura y Desarrollo rural

El análisis de las soluciones tecnológicas en el sector Agricultura y Desarrollo Rural (22 iniciativas), evidencia una apuesta por la territorialización de la innovación, integrando estrategias de adaptación específicas para las diversas regiones del país, como los arreglos silvopastoriles en el Caribe, la restauración ecológica en cafetales y la gestión de suelos degradados en la Orinoquía y el altiplano.

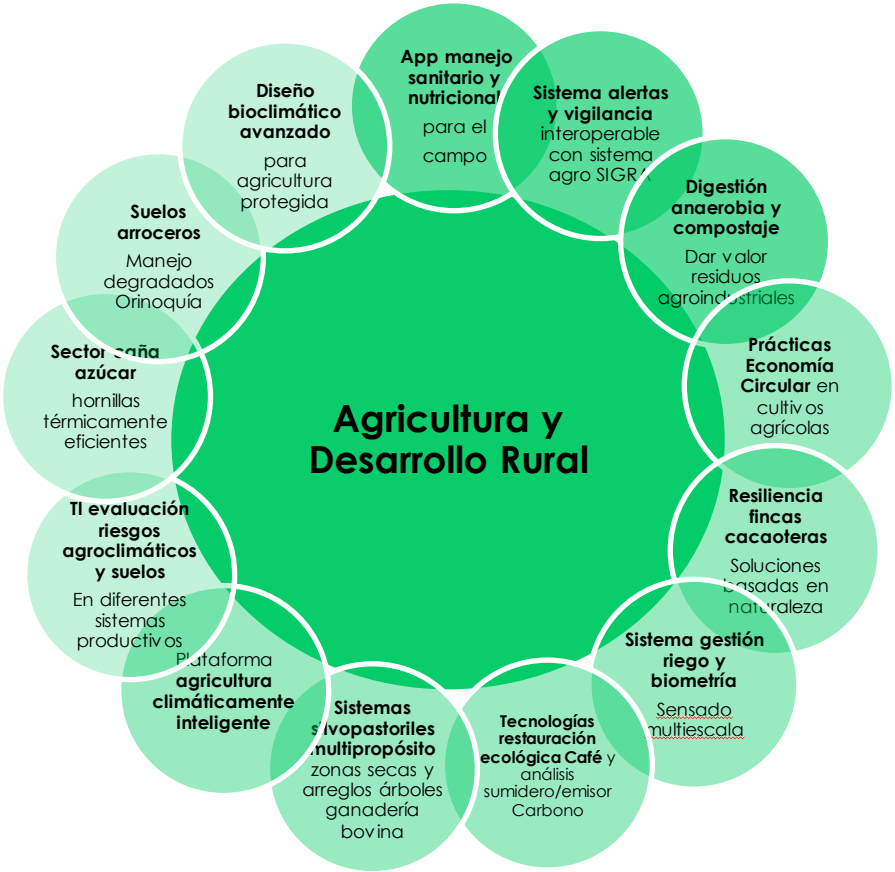


Figura 5-27. Radar de soluciones tecnológicas sector Agricultura y Desarrollo Rural

Fuente. Elaboración propia.

Esto se complementa con herramientas digitales para la vigilancia de riesgos (SIGRA) y la interoperabilidad de datos, junto con acciones de mitigación centradas en la economía circular y la eficiencia energética, tales como el aprovechamiento de residuos y la optimización del sector panelero. El conjunto de las soluciones, que transitan mayoritariamente por las etapas de desarrollo e

innovación, buscan sumar en la transformación del campo colombiano hacia un modelo de agricultura climáticamente inteligente, que fortalezca la resiliencia de los pequeños productores y mejore la sostenibilidad de las cadenas productivas frente a la variabilidad climática.

5.6.1.1.2.2. Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible

El análisis de las soluciones reportadas para este sector (22 iniciativas) concentra sus esfuerzos en el monitoreo y la gestión del capital natural, destacando el papel crucial de los ecosistemas marino-costeros y estratégicos en la arquitectura climática nacional. La integración de tecnologías de punta, como el uso de inteligencia artificial para la predicción pesquera y la vigilancia de coberturas vegetales, junto con el fortalecimiento de redes metro-marinas y sistemas de monitoreo participativo en la Amazonía y el Pacífico, demuestran un enfoque de ciencia de datos aplicada a la conservación.

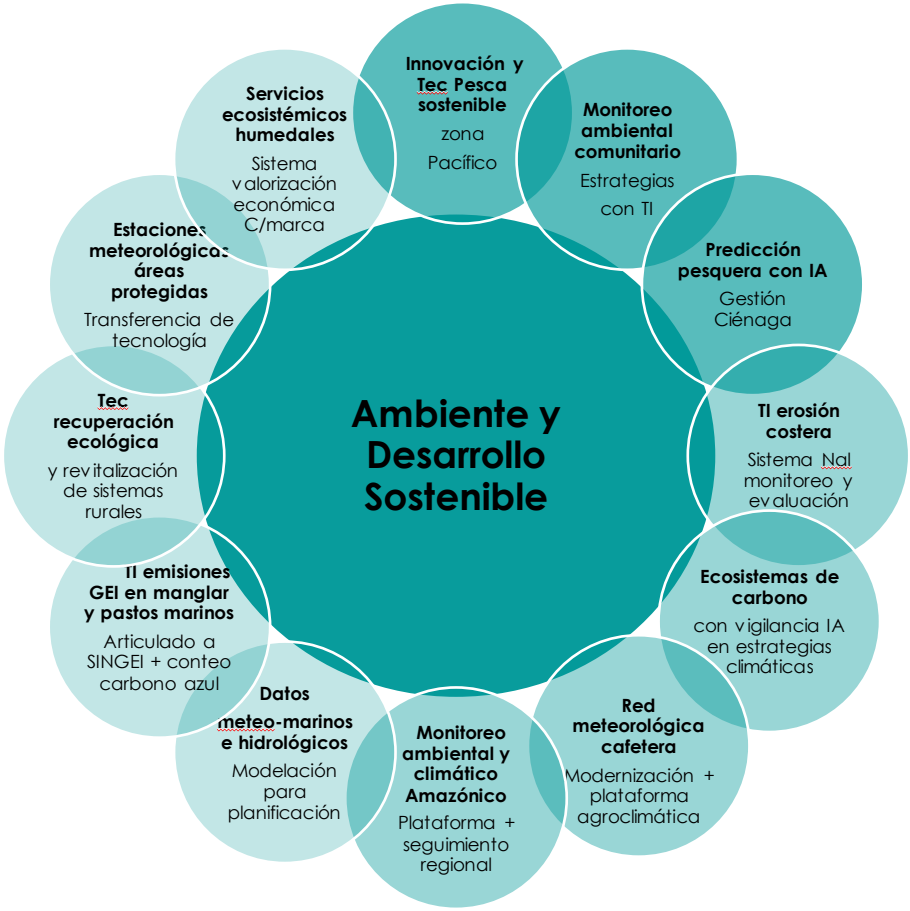


Figura 5-28. Radar de soluciones tecnológicas sector Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fuente. Elaboración propia.

Las innovaciones abarcan desde el reporte de información (MRV regional), la inclusión del carbono azul y monitoreo de carbono en el Inventario Nacional (INGEI), hasta la valoración económica de servicios ecosistémicos en humedales, resaltando que son esenciales para transitar de la investigación hacia la transferencia tecnológica efectiva. Así las cosas, la implementación de estas soluciones mayoritariamente en apoyo de tipo transversal, fortalece no solo la planificación territorial y la vulnerabilidad regional, sino que busca que la acción ambiental climática esté anclada en una base técnico-científica más sólida.

5.6.1.1.2.3. Sector Vivienda, Agua y Saneamiento

Las soluciones tecnológicas reportadas para este sector (20 iniciativas) reflejan una apuesta por la infraestructura resiliente y la economía circular del agua, integrando innovaciones que van desde el tratamiento avanzado de efluentes con microalgas e hidrógeno naranja, hasta la implementación de concretos sostenibles y sistemas de refuerzo estructural para reducir la vulnerabilidad sísmica y climática del hábitat.



Figura 5-29. Radar de soluciones tecnológicas sector Vivienda, Agua y Saneamiento

Fuente. Elaboración propia.

El enfoque se centra en la eficiencia y la autonomía hídrica, destacando el aprovechamiento de fuentes alternativas como la nubosidad en Cundinamarca, la recirculación de aguas grises y el uso de arietes hidráulicos para el abastecimiento rural, complementado con mejoras en la arquitectura de reporte mediante sistemas MRV sectoriales y calculadoras de cierre de ciclo. Hay un predominio de iniciativas en etapas de desarrollo tecnológico e innovación que resalta la necesidad de escalar o finalizar modelos de gestión, buscando que la planificación urbana y rural se apoye en una normativa técnica actualizada (Títulos D y F) que promueva ciudades más sostenibles y adaptadas a los extremos climáticos, principalmente bajo apoyos de tipo transversal y en adaptación.

5.6.1.1.2.4. Sector Industria, Comercio y Turismo

El análisis de las soluciones tecnológicas para el sector (23 iniciativas), muestra una transformación orientada hacia la descarbonización de los procesos productivos y la búsqueda de una economía circular de materiales, con enfoque general en mitigación.

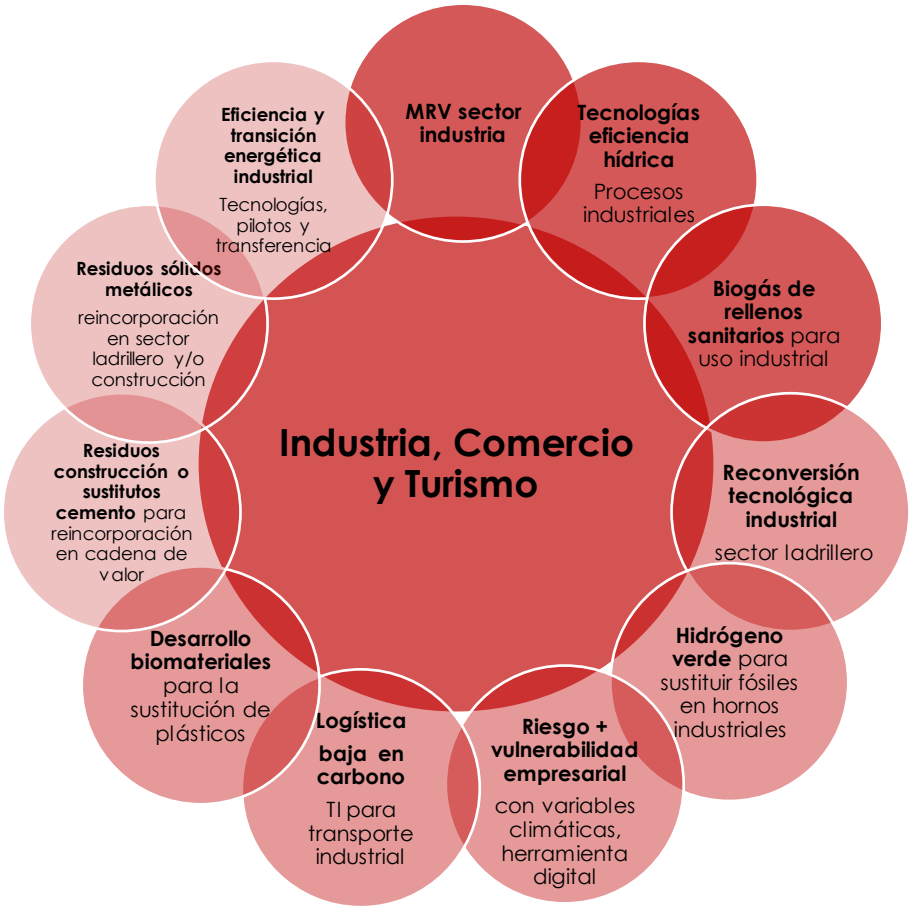


Figura 5-30. Radar de soluciones tecnológicas sector Industria, Comercio y Turismo

Fuente. Elaboración propia.

La apuesta técnica se centra en la sustitución de combustibles fósiles por fuentes limpias, incluyendo el hidrógeno verde y la energía solar, además de reconversión del sector plástico mediante el desarrollo de sustitutos en bioplásticos y biocompuestos, y la reincorporación de residuos sólidos en los ciclos de producción. Este esfuerzo se complementa con el fortalecimiento de herramientas digitales de monitoreo, como la plataforma MRV industrial y la analítica para la optimización logística, que permiten una gestión más precisa de la huella de carbono empresarial. La madurez de estas iniciativas se ubica mayoritariamente en fases de desarrollo tecnológico y transferencia, que en el primer caso subraya la necesidad de escalar hacia innovación desde los generadores de conocimiento hacia la planta industrial, y en el segundo, que se requiere garantizar que el sector comercial y manufacturero colombiano, aumente su competitividad mientras reduce su impacto ambiental mediante procesos energéticamente eficientes y el aprovechamiento integral de recursos.

5.6.1.1.2.5. Sector Minas y Energía

El sector de Minas y Energía (11 iniciativas), presenta procesos de transformación hacia la descarbonización, sustentada en la diversificación de la matriz energética y el fomento de la innovación en fuentes no convencionales, centrado mayoritariamente en mitigación. Las soluciones reportadas tienen un enfoque en la transición energética incluyente, promoviendo el desarrollo de comunidades energéticas tanto en zonas interconectadas como no interconectadas, e integrando tecnologías de alta sofisticación como el hidrógeno verde a partir de aguas residuales y soluciones de biomasa mediante carbonización hidrotérmica. Se evidencian apuesta por la biomimética y el diseño eficiente, con innovaciones en turbinas eólicas, lo que demuestra creatividad técnica aplicada a la optimización energética en áreas costeras y sectores rurales como el panelero. El avance de estas iniciativas, que transitan desde la investigación básica hasta la transferencia tecnológica, pondera la necesidad de fortalecer la cooperación técnica para escalar estos modelos hacia demostrativos en la infraestructura pública y productiva, en aras de enfrentar los retos del cambio climático mediante una matriz más limpia y eficiente.



Figura 5-31. Radar de soluciones tecnológicas sector Minas y Energía

Fuente. Elaboración propia.

5.6.1.1.2.6. Sector Transporte

El sector Transporte en Colombia (27 iniciativas) se encuentra en una etapa de transformación tecnológica orientada a la descarbonización y la gestión climática inteligente de su infraestructura clave. Las soluciones identificadas demuestran que se prioriza la electromovilidad multimodal, incluyendo la electrificación de motocicletas, sistemas de micromovilidad urbana y la optimización de operaciones aeroportuarias, apoyadas por una infraestructura de carga más sólida y conectada; lo anterior con mayor enfoque en mitigación. En paralelo, el sector busca avanzar en la digitalización y gobernanza de datos, mediante la interoperabilidad entre sistemas, la implementación de sistemas MRV para el transporte aéreo y herramientas de planificación adaptativa frente a inundaciones y riesgos climáticos. La consolidación de las soluciones propuestas en etapas mayoritarias de desarrollo tecnológico e innovación, es relevante para transitar hacia una movilidad sostenible y eficiente, cuya escalabilidad depende de la continuidad en la transferencia tecnológica y la adopción de estrategias de

infraestructura circular que permitan reducir la huella de carbono del transporte nacional a largo plazo.

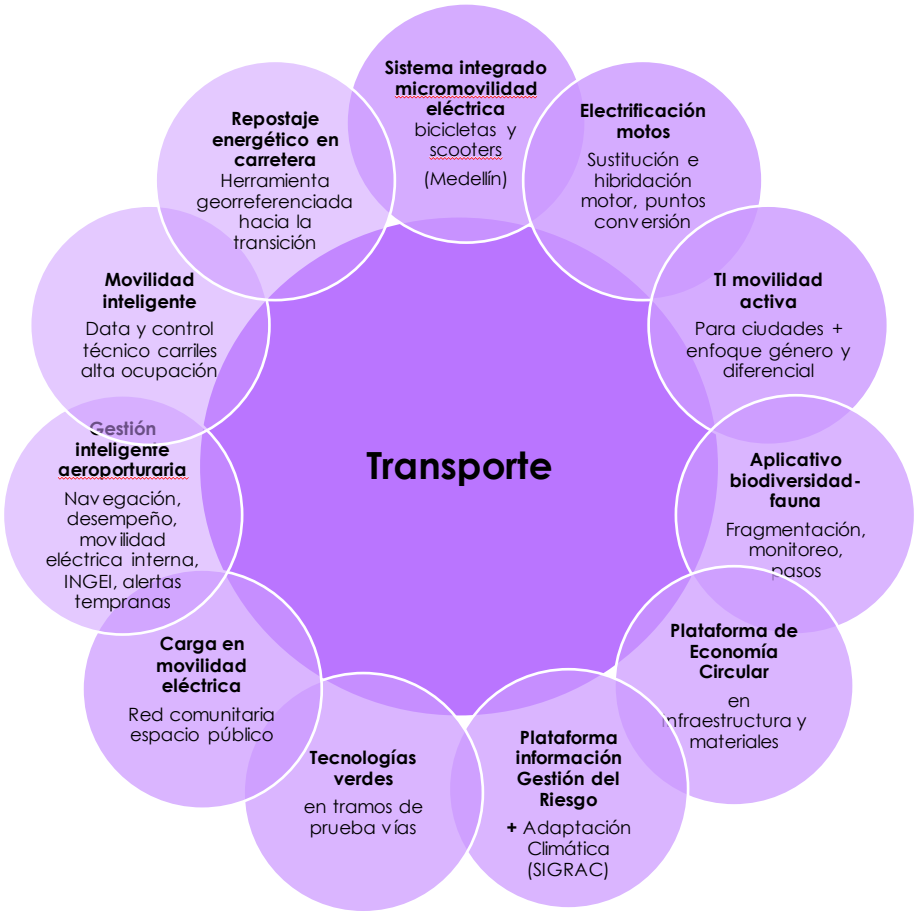


Figura 5-32. Radar de soluciones tecnológicas sector Transporte

Fuente. Elaboración propia.

5.6.1.1.2.7. Sector Salud y Protección Social

El sector Salud en Colombia (5 iniciativas) busca que en la gestión del cambio climático se fortalezca la seguridad sanitaria frente a amenazas emergentes. Las soluciones identificadas se centran en la creación de plataformas predictivas con inteligencia artificial y sistemas de vigilancia integrada que permiten la detección temprana de sintomatologías asociadas a enfermedades de transmisión sensible al clima, buscando mejorar capacidades técnicas en adaptación. Se incluyen programas virtuales e inventarios de huella de carbono, lo que marca una transición desde la investigación hacia el despliegue de tecnologías aplicadas. Así las cosas, se apuesta por el fortalecimiento hacia herramientas digitales como factor relevante para que el sistema de salud sea más resiliente, capaz de anticipar riesgos climáticos y proteger la salud pública mediante la gestión de información interoperable y basada en evidencia.

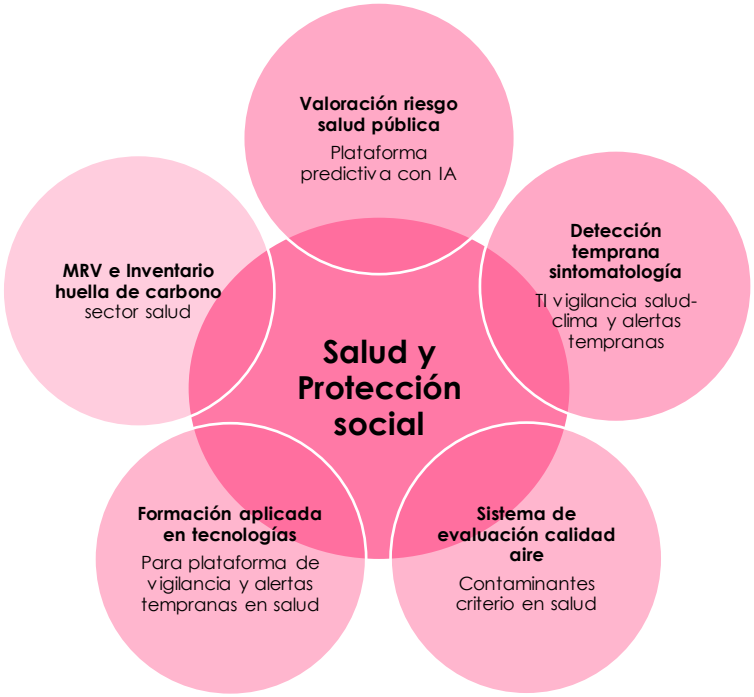


Figura 5-33. Radar de soluciones tecnológicas sector Salud y Protección social

Fuente. Elaboración propia.

5.6.1.1.2.8. Sector Gestión del riesgo

El sector de Gestión del Riesgo en Colombia (11 iniciativas) busca avanzar en la gestión basada en el conocimiento y analítica, aprovechando las tecnologías digitales y soluciones de base biofísica para enfrentar la vulnerabilidad climática bajo tipos de apoyo principalmente en adaptación y enfoque transversal. Se prioriza la implementación de sistemas de alerta temprana multiriesgo y plataformas de inteligencia de datos que permiten una modelación precisa de fenómenos como inundaciones, erosión costera y riesgos asociados al fuego, facilitando la toma de decisiones informadas tanto a nivel nacional como comunitario. Se incluyen intervenciones de bioingeniería y drenajes inteligentes para la estabilización física del territorio, lo que muestra un enfoque en prevención operativa. El avance en estas soluciones (actualmente en etapas de innovación, desarrollo y estudios) contribuye a robustecer la resiliencia ante eventos extremos, sumar insumos a la planificación territorial adaptativa y una mejor respuesta coordinada frente a crisis por eventos extremos.



Figura 5-34. Radar de soluciones tecnológicas sector Gestión del riesgo

Fuente. Elaboración propia.

5.6.1.1.2.9. Sector Transversal

El análisis del sector Transversal (12 iniciativas) muestra que el conocimiento es esencial para articular las agendas de mitigación y adaptación en las regiones. Las soluciones reportadas muestran un enfoque en la interoperabilidad de datos, aplicativo en encuesta nacional ambiental y la democratización de la información, mediante el uso de sistemas integrados de gestión ambiental e iniciativas de laboratorios vivos con enfoque en tecnologías climáticas en instituciones de educación superior. Esta dimensión no solo propone los instrumentos de reporte y contabilidad climática, sino que también suma en resiliencia mediante la investigación aplicada en técnicas como los tapetes microbianos para mitigación de erosión costera y el monitoreo climático regional. El fortalecimiento propuesto en el componente transversal es importante para cerrar las brechas de información y capacidad instalada, su consolidación actualmente en etapas de desarrollo tecnológico e investigación fomenta unas mejores bases para dar respuesta a las necesidades de manera más coordinada.

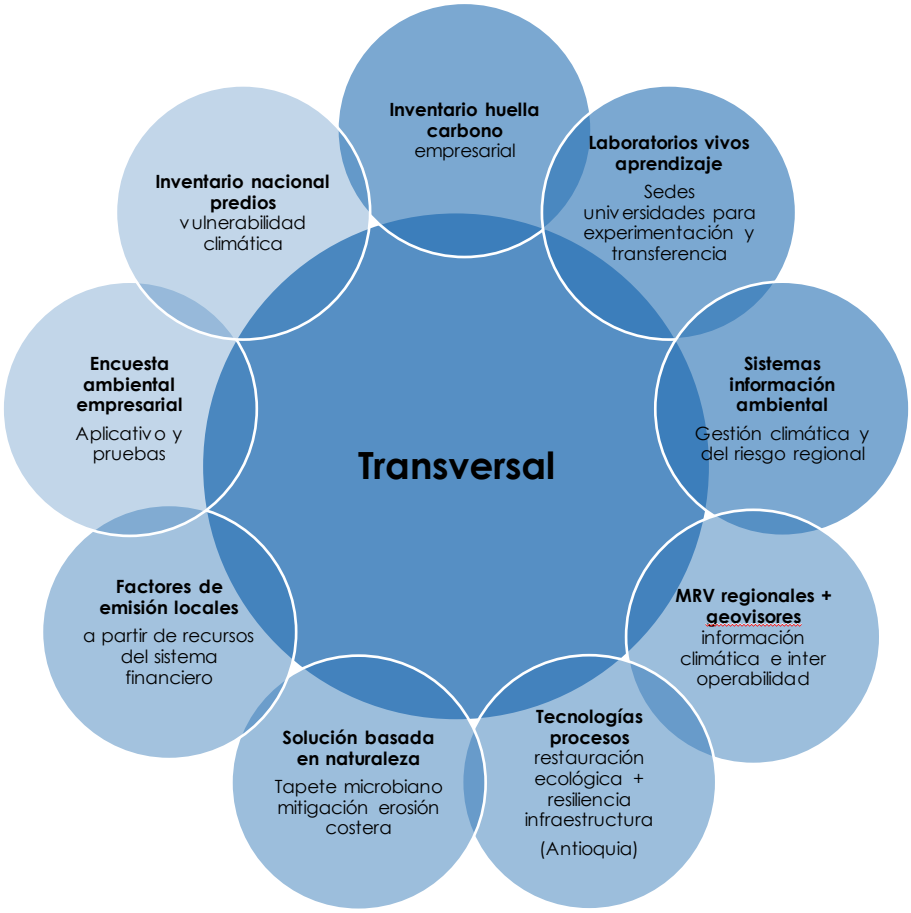


Figura 5-35. Radar de soluciones tecnológicas sector Transversal

Fuente. Elaboración propia.

5.6.1.2. Metodología Evaluación de Necesidades Tecnológicas del CTCN 4 subsectores

La Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT) y sus Planes de Acción Tecnológico (PAT) se constituye en un instrumento metodológico dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, para orientar la identificación, priorización y transferencia de tecnologías climáticas en países en desarrollo. Está respaldada por el Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), con el foco en establecer hojas de ruta tecnológicas para avanzar en los compromisos nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático.

El proceso fue realizado durante 2025 para Colombia y representa un avance para la articulación entre ciencia, tecnología, financiamiento y desarrollo sostenible. Tuvo coordinación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el

apoyo del Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez (entidad acreditada ante el Fondo Verde para el clima), logrando adelantar un ejercicio nacional participativo y con visión interinstitucional.

A diferencia de ciclos anteriores, el proceso adoptó una visión que trasciende la tradicional división entre mitigación y adaptación, en pro de abarcar tres dimensiones: la tecnológica, que prioriza tecnologías climáticas de mitigación y adaptación capaces de generar impactos cuantificables; la territorial, que asegura la pertinencia contextual, la adopción local y la equidad en el acceso a innovación; y la financiera, que transforma prioridades tecnológicas en perfiles financiables.

Los Planes de Acción Tecnológica estructurados, que se constituyen la fase operativa del proceso alcanzaron las metas de: i) traducir el diagnóstico en implementación definiendo qué hacer y con qué instrumentos; ii) formular prioridades tecnológicas como proyectos financiables incorporando criterios de bancabilidad; iii) orientar bajo llamados a la acción; y iv) servir como instrumento de y planificación. El proceso identificó barreras comunes relativas a financiamiento, capacidades, normatividad, gobernanza y cultura, como una de las bases para formular acciones coordinadas a nivel nacional y territorial.

5.6.1.2.1. Metodología implementada

La metodología nacional adoptó la estructura del CTCN con adaptaciones específicas para responder a la complejidad territorial y al carácter de transiciones tecnológicas que busca el país, integrando cinco pilares: enfoque sistémico y territorial, integración de mitigación y adaptación, participación amplia, inclusiva y con enfoque diferencial; ciclo metodológico replicable de mejora continua, y enfoque de implementación y financiamiento.

El proceso se desarrolló en cuatro fases secuenciales. La Fase 1 correspondió a la definición de los subsectores prioritarios sobre los cuales realizar el ejercicio, mediante análisis documental, criterio experto, talleres nacionales, aplicación de la metodología MetaPlan y análisis multicriterio.

La Fase 2 comprendió la priorización tecnológica combinando talleres sectoriales, análisis multicriterio y validación interinstitucional. La Fase 3 se orientó a la identificación de barreras y medidas habilitantes a partir de análisis documental, talleres nacionales y reuniones bilaterales. Finalmente, la Fase 4 consistió en la validación de los planes de acción, asegurando coherencia con políticas climáticas para su implementación.

Tabla 5-2. Fases metodología CTCN para evaluación de necesidades tecnológicas en subsectores nacionales

Fase	Descripción	Herramientas
Fase 1: Priorización de sistemas	Definición de los 4 subsectores priorizados como sistemas de transformación tecnológica	MetaPlan, análisis multicriterio talleres nacionales
Fase 2: Priorización tecnológica	Identificación de 44 tecnologías climáticas con potencial se selección, para los 4 subsectores	Análisis multicriterio, talleres sectoriales y regionales
Fase 3: Barreras y habilitantes	Identificación de obstáculos y condiciones para implementación	Análisis documental, talleres
Fase 4: Formulación de PAT	Definición de planes de acción operativos y financiables	Validación técnica mediante taller nacional y territoriales

Fuente. Elaboración propia.

En total participaron 158 instituciones, incluyendo ministerios sectoriales, academia, sector privado, agencias de cooperación, organizaciones sociales y gobiernos territoriales. De forma transversal se integraron los principios de equidad de género, inclusión social y enfoque diferencial, en coherencia con el Plan de acción de género y Cambio Climático de Colombia.

5.6.1.2.2. Subsectores priorizados

Tras aplicar el proceso de evaluación y validación, Colombia seleccionó 4 subsectores denominados 'Sistemas de transformación tecnológica', respondiendo a aquellos encontrados como de relevancia nacional estratégica en documentos clave a nivel nacional, en aras de obtener una visión integral del cambio climático que trascendiera los sectores económicos, hacia un enfoque de misiones tecnológicas para contribuir a la transición a modelos bajos en carbono, resilientes y socialmente inclusivo. En la siguiente tabla se presenta la descripción de los subsectores.

Tabla 5-3. Subsectores priorizados proceso de Evaluación de Necesidades Tecnológicas-metodología CTCN

Subsector	Descripción	Racionalidad climática
1. Sistemas Energéticos y movilidad sostenible	Generación, transformación, almacenamiento y uso eficiente de energía; soluciones de movilidad eléctrica y sostenible urbana y rural.	El sector energético representa el 32,7% de las emisiones netas del país. La variabilidad hidroclimática amenaza la seguridad energética de la matriz hidrodependiente.
2. Agua y sus Nexos	Gestión integral del recurso hídrico y sus interconexiones con energía, alimentos, industria y ecosistemas.	Colombia enfrenta alta exposición a eventos extremos (sequías e inundaciones). La gestión del agua es un eje transversal de adaptación.

Subsector	Descripción	Racionalidad climática
3. Infraestructura y Edificaciones Resilientes	Infraestructura sostenible y resiliente al clima; materiales de baja huella de carbono; drenaje urbano sostenible.	La infraestructura es una de las dimensiones con riesgo muy alto a nivel nacional, expuesta a desastres como deslizamientos e inundaciones y diseños obsoletos.
4. Soluciones Basadas en la Naturaleza para AFOLU	Restauración de ecosistemas, agricultura sostenible, bioeconomía circular, agroforestería, sistemas silvopastoriles.	Los sectores AFOLU representan más del 55% de las emisiones netas. Las SbN son la principal herramienta para revertir esta tendencia y mejorar la resiliencia.

Fuente. Elaboración propia

5.6.1.2.3. Tecnologías Priorizadas para los subsectores

El proceso de priorización utilizó análisis multicriterio, para identificar 44 tecnologías climáticas con potencial de mitigación y adaptación, logrando priorizar 11 de ellas como se muestra en la tabla.

Tabla 5-4. Tecnologías priorizadas por subsector, metodología CTCN

Subsector	Tecnologías
1. Sistemas Energéticos y movilidad sostenible	▪ Energía geotérmica ▪ Sistemas de trazabilidad y certificación de minerales estratégicos ▪ Circularidad de baterías
2. Agua y sus Nexos	▪ Sistemas de monitoreo de agua superficial ▪ Tecnologías de ahorro, reúso y recirculación de aguas residuales industriales
3. Soluciones Basadas en la Naturaleza para AFOLU	▪ Pastoreo racional forestal ▪ Restauración productiva mediante plantaciones protectoras-productoras ▪ Restauración mediante cercado eficiente de meandros
4. Infraestructura y Edificaciones Resilientes	▪ Vivienda sostenible bioclimática ▪ Sistemas urbanos de drenaje sostenible ▪ Sistemas integrados de almacenamiento y tratamiento de aguas para uso doméstico

Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se presentan las tecnologías priorizadas con sus principales necesidades de implementación.

5.6.1.2.3.1. Sistemas Energéticos y movilidad sostenible

Se priorizaron 3 tecnologías climáticas: energía geotérmica como fuente baja en carbono, sistemas de trazabilidad de minerales estratégicos, y circularidad de baterías, para los cuales se argumentaron sus fortalezas y necesidades.

La *Energía geotérmica* es la única fuente renovable despachable 24/7 con factores de utilización superiores al 75%, aportando generación firme que reduce la vulnerabilidad del sistema ante sequías e hidrodependencia. Colombia posee un potencial geotérmico preliminar de ~1.170 MW, concentrado en zonas de alta entalpía de las cordilleras. Las emisiones del ciclo de vida se sitúan entre 11 y 47 gCO_2e/kWh (reducción del 95-99 % frente a generación fósil). Para ésta, las principales necesidades se identificaron como avanzar en la gestión de riesgo exploratorio y financiero para perforación, regulación operativa, formación técnica en perforación, pilotos demostrativos y gobernanza.

Los *Sistemas de trazabilidad y certificación de minerales estratégicos*, se constituyen en condición habilitante para que Colombia acceda a mercados que exigen cadenas limpias de suministro y para que los minerales esenciales de la transición energética (litio, cobre, níquel, cobalto) se obtengan de forma sostenible. Sus necesidades se enfocan en avanzar en el marco normativo integral alineada con estándares internacionales, pilotos demostrativos en 2-3 cadenas (níquel, cobre o grafito), designación de operadores tecnológicos de trazabilidad, programas de capacitación en debida diligencia y MRV.

Respecto a la *Circularidad de baterías*, su importancia radica en la gestión del ciclo de vida completo de baterías mediante recolección, diagnóstico, segunda vida, reciclaje y pasaporte digital; a su vez se consideró como un habilitante transversal de la movilidad eléctrica y el almacenamiento energético. Como necesidades: pasaporte digital interoperable, protocolos de seguridad para transporte y acopio, incentivos a reacondicionamiento y reciclaje, alianzas OEM-operadores-ciudades, esquemas de des-riesgo y banca verde.

5.6.1.2.3.2. Agua y sus Nexos

Se priorizaron 2 tecnologías de alto potencial de adaptación con cobeneficios en mitigación y gestión del riesgo.

Los *Sistemas de monitoreo de agua superficial,* corresponden ya tecnologías probadas y listas para difusión masiva, con estos se busca el escalamiento de herramientas de aprendizaje automatizado (IA, Machine Learning, IoT) para incrementar el nivel de monitoreo, mejorar la visualización y gestión de datos hidrometeorológicos, y fortalecer sistemas de alerta temprana ante eventos

extremos. Como necesidades para su transferencia se identificaron: contar con inventario detallado de necesidades por cuenca, análisis de mejores prácticas entre Corporaciones Autónomas Regionales, realizar pilotos regionales con financiamiento, y protocolos de interoperabilidad entre entidades nacionales y regionales responsables de gestión ambiental, de riesgos y desastres.

Por parte de las *Tecnologías de ahorro, reúso y recirculación de aguas residuales industriales*, se busca alcanzar una gestión eficiente del agua en pequeñas y medianas empresas de sectores prioritarios (alimentos, bebidas, pulpa, papel y cartón), incluyendo recirculación, reúso, gestión de pérdidas, captación de aguas lluvias y monitoreo hidrológico. Las principales necesidades identificadas son el diagnóstico del uso del agua en mipymes mediante encuesta con Cámaras de Comercio, programas de asistencia técnica con herramientas diferenciadas (donaciones para micro, microcrédito para pequeñas, créditos blandos para medianas); ajuste regulatorio para incentivar el reúso, y sensibilización hacia sector financiero para generar instrumentos apropiados.

5.6.1.2.3.3. Soluciones Basadas en la Naturaleza para AFOLU

Se priorizaron 3 tecnologías que combinan apoyos para mitigación, adaptación y desarrollo rural sostenible.

El *Pastoreo racional forestal*, combina pastoreo racional con plantaciones forestales comerciales de ciclo permanente, permitiendo liberar áreas para forestación escalonada sin sacrificar área de pastoreo, bajo una captura promedio de 15 tCO_2e/ha/año. Las principales necesidades identificadas son programas piloto jurisdiccionales con financiamiento, operacionalización del Fondo de Extensión Agropecuaria, fincas demostrativas y garantías para acceso a crédito por pequeños ganaderos.

La *Restauración productiva mediante plantaciones protectoras-productoras,* centra su visión técnica en un proceso de rehabilitación forestal que no implica llegar a cobertura original, enfocado en restablecer elementos funcionales del ecosistema mediante plantaciones productoras, generando ingresos maderables y no maderables. Como necesidades: mecanismos de financiación combinada, creación del Servicio forestal nacional, contar con registro unificado y operativo de áreas en restauración, y proyectos jurisdiccionales de carbono.

La *Restauración mediante cercado eficiente de meandros,* es una tecnología innovadora que aísla áreas prioritarias de restauración (fuentes hídricas, bosques riparios) usando la mínima longitud de cerca lineal al aprovechar meandros naturales. Puede aislar hasta 4,5 veces más área que el cercado tradicional con 60-80% menos infraestructura. Se identificaron necesidades relativas a automatización del modelo espacial para identificación de meandros costo-

efectivos, establecer programas-operadores de restauración y proyectos de carbono, y contar con incentivos y retorno financiero para ganaderos.

5.6.1.2.3.4. Infraestructura y Edificaciones Resilientes

Se priorizaron 3 tecnologías con alto potencial de escalabilidad para fortalecer la resiliencia urbana y rural de Colombia.

Respecto a *Vivienda sostenible bioclimática*, corresponde a técnicas de modelo habitacional modular que integran diseño bioclimático, materiales locales de bajo impacto (guadua, madera certificada, concreto ecológico), eficiencia energética (40-70 %) y reducción de huella de carbono (30-40 %), se han tenido pilotos en el Eje Cafetero. Las necesidades identificadas para su avance consisten en ajuste normativo, incentivos fiscales y financiamiento verde, formación de mano de obra local en técnicas bioclimáticas y MRV de impactos energéticos, hídricos y sociales.

Los *Sistemas urbanos de drenaje sostenible*, se enfocan en un conjunto de soluciones que retienen aguas lluvias en su origen reproduciendo el ciclo hidrológico natural: alcorques inundables, cuencas secas, pavimentos permeables, jardines de bio-retención y humedales construidos; logrando reducir escorrentía pico entre 25-50%. Se identificaron necesidades de inclusión de esas medidas en planes de ordenamiento territorial, lineamientos técnicos nacionales, incentivos urbanísticos, capacitación local de municipios y constructores, monitoreo hidrológico y definición de competencias de mantenimiento.

Los *Sistemas integrados de almacenamiento y tratamiento de aguas para uso doméstico,* son tecnologías que consisten en plantas compactas y contenerizadas, para tratamiento físico-químico de aguas residuales domésticas, con alrededor de 80% menos consumo energético que sistemas convencionales, siendo actualmente probadas y disponibles para difusión masiva. Las necesidades identificadas para su transferencia corresponden a inclusión en planes de saneamiento básico y de ordenamiento territorial, programas de capacitación de operadores locales, incentivos financieros (créditos verdes, subsidios), alianzas público-privadas, y difusión de casos de éxito.

5.6.1.2.3.5. Planes de Acción Tecnológica

Los Planes de Acción Tecnológica tienen desarrollo en un reporte nacional detallado, haciendo tránsito hacia la fase operativa del proceso de evaluación de necesidades traduciendo las prioridades tecnológicas identificadas en rutas de implementación. Para cada uno de los 4 subsectores priorizados, se formuló un portafolio de proyectos financiables de acuerdo con las Necesidades

identificadas por tecnología, con arreglos institucionales, cronograma 2026–2035, mecanismos de financiamiento y sistemas de medición, reporte y verificación alineados con la NDC 3.0 y la E2050.

El ciclo adaptativo de actualización periódica (cada 4-5 años) promueve la integración de nuevas necesidades, subsectores y tecnologías, de modo que el país pueda revisar y ajustar sus prioridades conforme evolucionen las condiciones nacionales e internacionales. En consecuencia, Colombia avanza hacia un modelo de planificación tecnológica donde la innovación sea eje de la acción climática nacional, y se fortalezca la capacidad propia para acceder a financiamiento climático internacional.

A partir de los Planes de acción por tecnología priorizada para los 4 subsectores, se incluyeron 10 iniciativas para Apoyo requerido en los Formatos Comunes Tabulares. A continuación, la síntesis de los proyectos.

Tabla 5-5. Proyectos tecnológicos formulados a través del proceso ENT-PAT

Tipo de apoyo	Nombre corto proyecto	Sector	Etapa de apoyo Ciclo tecnológico
Adaptación	Sistemas de monitoreo de agua superficial: estaciones hidrometereológicas y fortalecimiento del sistema de información del recurso hídrico	Vivienda, agua y saneamiento	Innovación
Adaptación	Tecnologías de ahorro, reúso, recirculación y disposición de aguas residuales industriales con enfoque a mipymes	Industria, Comercio y Turismo	Innovación
Adaptación	Vivienda sostenible: bioclimática, adecuada, resiliente, adaptativa y orientada al bienestar, con contextos rural y urbano	Vivienda, agua y saneamiento	Desarrollo tecnológico
Adaptación	Impulso a tecnologías de reúso y gestión descentralizada del recurso hídrico mejorar la eficiencia hídrica del sector vivienda e infraestructura	Vivienda, agua y saneamiento	Innovación
Mitigación	Generación de energía geotérmica firme baja en carbono para respaldar la integración renovable y mejoras operativas	Minas y Energía	Desarrollo tecnológico
Mitigación	Sistema de trazabilidad y certificación de minerales estratégicos para reducir la huella de carbono en sector minero	Minas y Energía	Innovación
Mitigación	Habilitar una economía circular de baterías de electromovilidad que gestione riesgos de seguridad, desempeño y fin de vida	Transporte	Innovación

Tipo de apoyo	Nombre corto proyecto	Sector	Etapa de apoyo Ciclo tecnológico
Transversal	Ganadería sostenible, producción forestal con especies nativas y restauración en el marco de los mercados de carbono	Ambiente y Desarrollo Sostenible + Agricultura y Desarrollo Rural	Innovación
Transversal	Restauración ecológica y productiva en los principales ríos de la Orinoquía Colombiana	Ambiente y Desarrollo Sostenible	Transferencia tecnológica
Transversal	Promover soluciones de drenaje y manejo de aguas pluviales sostenibles para mejorar la gestión del recurso hídrico urbano	Vivienda, agua y saneamiento	Desarrollo tecnológico

Fuente. Elaboración propia.

5.6.1.2.4. Conclusiones

El ejercicio de mapeo de necesidades tecnológicas mostró que Colombia se encuentra en una transición importante desde etapas más tempranas en generación de conocimiento (investigación y desarrollo) hacia la implementación práctica de tecnologías climáticas. La concentración del 38 % de soluciones en desarrollo tecnológico y demostración, y 27% en innovación y despliegue, indica una maduración progresiva del ecosistema nacional de ciencia, tecnología e innovación aplicado a la crisis climática.

El portafolio de 162 apoyos requeridos identificados (aplicación de metodología endógena y proceso TNA), constituye una muestra sólida para orientar la asignación de recursos de cooperación internacional, inversión pública y privada, y programas de fortalecimiento técnico. La diversidad sectorial del portafolio permite abordar tanto los sectores de mayor impacto en emisiones (transporte, industria, energía, agricultura) como aquellos claves para la resiliencia (agua, salud, gestión del riesgo).

Sin embargo, continúan brechas que deben ser atendidas para consolidar de mejor manera el ecosistema nacional, pues solo el 11 % de las soluciones se ubican en etapas de transferencia y difusión, evidenciando un "valle de la muerte" tecnológico donde innovaciones validadas no logran llegar al mercado ni ser adoptadas masivamente por la sociedad. Las barreras de financiamiento (24 %), capacidades técnicas locales (13 %) y marcos normativos (10 %) requieren intervenciones coordinadas entre sector público, privado, academia y cooperación internacional. En la siguiente figura se compila las principales tecnologías o verticales reportadas, así como acciones transversales para consolidar acciones.



Figura 5-36. Tecnologías y acciones transversales para focalizar esfuerzos

Fuente. Elaboración propia

Aspectos sobre los cuales centrar esfuerzos transversalmente:

1. Fortalecer los mecanismos de articulación entre generadores de conocimiento y adoptadores de tecnología, mediante programas de aceleración, validación técnica, pilotos demostrativos y asistencia en estructuración de modelos de negocio.
2. Impulsar las etapas de transferencia y adopción tecnológica para masificar soluciones ya probadas en pilotos.
3. Ampliar cobertura y/o desarrollar instrumentos financieros diferenciados por etapa del ciclo tecnológico (capital semilla, capital de riesgo, garantías, créditos verdes) para cerrar las brechas de financiamiento identificadas.
4. Fortalecer la gobernanza tecnológica mediante actualización e innovación en marcos normativos, estándares técnicos, sistemas de certificación y trazabilidad, e incentivos fiscales, en aras de contribuir a crear condiciones para que las tecnologías climáticas transiten efectivamente desde la investigación hasta la adopción masiva, generando impactos cuantificables en mitigación, adaptación y desarrollo sostenible del país.
5. Fortalecer la conexión entre la academia (donde se concentran los investigadores) y el sector productivo para escalar prototipos de desde etapas iniciales demostrativas y escalamiento (TRL 4-9) hacia aplicaciones comerciales.

5.7. Información sobre el apoyo para el desarrollo y la transferencia de tecnología recibido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 10 del Acuerdo de París (MPG 137 y (138 formato tabular))

El fortalecimiento de las capacidades tecnológicas nacionales se constituye un pilar clave para el cumplimiento de las metas de mitigación y adaptación, para ello, el apoyo recibido a través de la cooperación internacional ha sido fundamental para cerrar las brechas de conocimiento y financiamiento, permitiendo que Colombia avance desde la identificación de necesidades hacia la implementación de soluciones. La información concerniente a los Formatos Comunes Tabulares en apoyo recibido, refleja cómo los flujos de cooperación tanto técnica como financiera han facilitado la implementación tecnologías ajustadas a las necesidades territoriales del país, la puesta en marcha de mejores prácticas técnicas y metodológicas, y el fortalecimiento de ecosistemas locales de innovación; sentando bases para que la transferencia tecnológica no se limite a la adquisición de equipos, sino que se consolide como un proceso evolutivo para los sectores y las regiones. Así las cosas, esta sección ofrece una mirada a las tendencias en tipo de apoyo, sector y etapa del ciclo tecnológico que aporta.

5.7.1. Análisis transversal

Durante el período 2024-2025, Colombia ha recibido apoyo internacional significativo en materia de desarrollo y transferencia de tecnologías para la acción climática, con un total de 85 proyectos registrados. De estos, 23 corresponden al año 2024 y 62 al año 2025, lo que evidencia una tendencia creciente en la cooperación internacional hacia el país en esta temática.

Por ***Tipo del apoyo*** del proyecto, predomina el apoyo Transversal (51 %), seguido por proyectos de Adaptación (26 %) y Mitigación (22 %). Esto indica que la cooperación internacional en Colombia está priorizando acciones que integran múltiples beneficios climáticos o que fortalecen capacidades técnicas aplicables a toda la agenda climática. La prevalencia del apoyo transversal refleja la comprensión de que las soluciones climáticas más efectivas generan cobeneficios tanto en mitigación como en adaptación, alineándose con el enfoque holístico de la NDC 3.0 de Colombia.

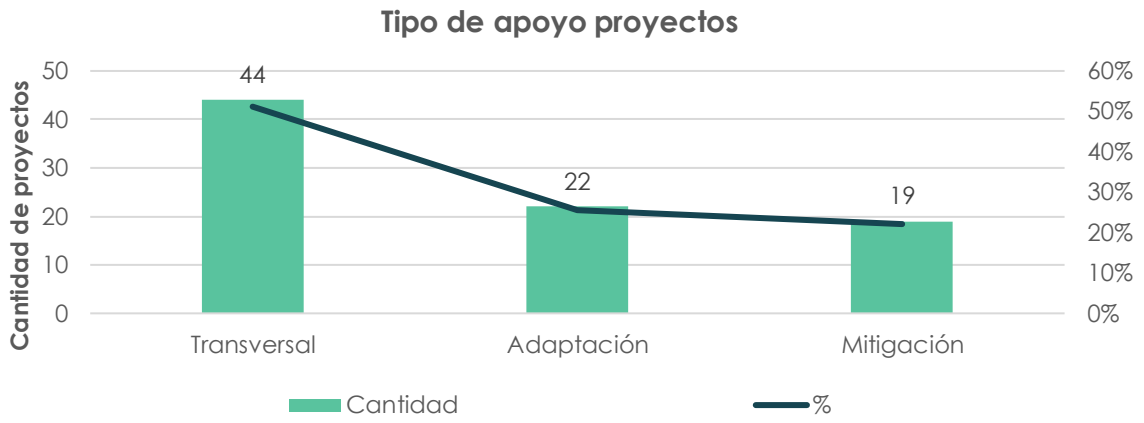


Figura 5-37. Distribución de proyectos por tipo de apoyo recibido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías

Fuente. Elaboración propia

Respecto a ***Sector***, Agricultura y Desarrollo Rural lidera la recepción de apoyo con el 26 % de los proyectos, seguido del Transversal (14 %), Ambiente y Desarrollo Sostenible (13 %), y de Industria, Comercio y Turismo, así como Minas y Energía (10 %). Esto refleja un enfoque en el último bienio en la gestión del suelo y la seguridad alimentaria como vértice relevante en desarrollo y transferencia de tecnologías, acorde con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, donde la agricultura se denota como un sector altamente vulnerable y con alto potencial de mitigación (especialmente en AFOLU).

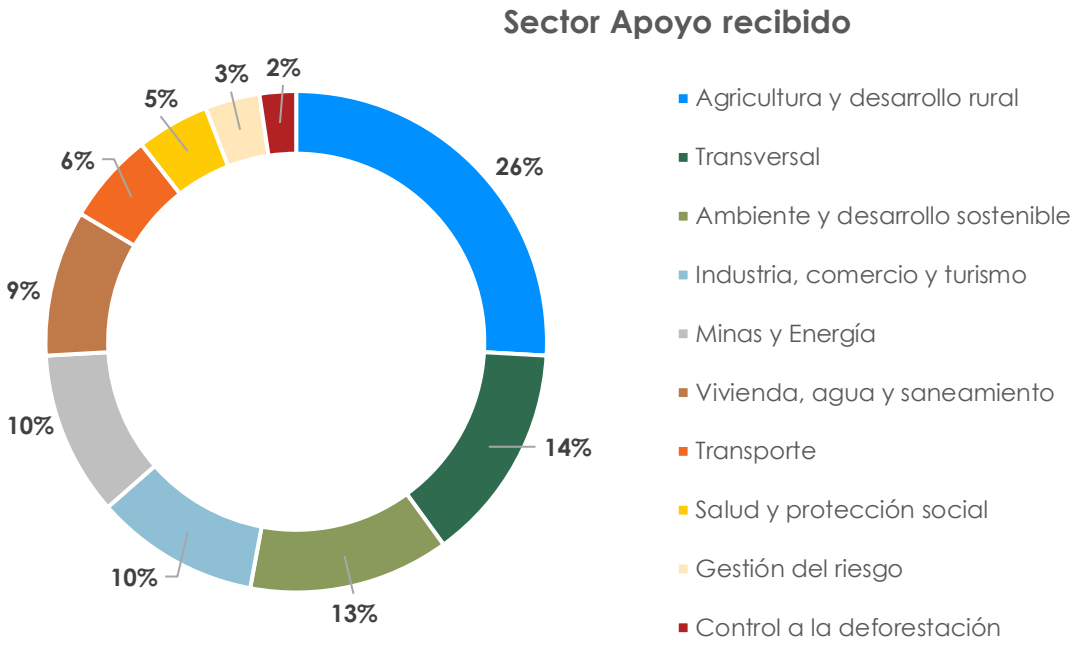


Figura 5-38. Sectores apoyo recibido en Desarrollo y Transferencia de Tecnologías

Fuente. Elaboración propia

En referencia a la ***Etapa de Apoyo***, existe un equilibrio en las etapas iniciales del ciclo concernientes a Investigación y Desarrollo Tecnológico (15 % cada una), mostrando que Colombia aún requiere una base sólida de generación de conocimiento antes de la transferencia masiva. El análisis de las etapas del ciclo tecnológico también muestra un patrón que indica un avance progresivo hacia la implementación práctica de tecnologías climáticas donde innovación y despliegue con 38 %, es la etapa más representada; y transferencia tecnológica hacia el mercado y la sociedad: corresponde al 29 %.

Esta distribución evidencia que para el período 2024-2025, la cooperación internacional se ha concentrado principalmente en etapas avanzadas del ciclo tecnológico, específicamente en la innovación, despliegue y transferencia hacia el mercado; lo que sugiere que Colombia ha avanzado desde la fase inicial de investigación y generación de conocimiento hacia la implementación práctica de soluciones tecnológicas. La presencia significativa de proyectos en la etapa de innovación y despliegue (40 %) indica que se ha avanzado en capacidad instalada y condiciones favorables para adoptar y adaptar tecnologías climáticas a contextos locales.

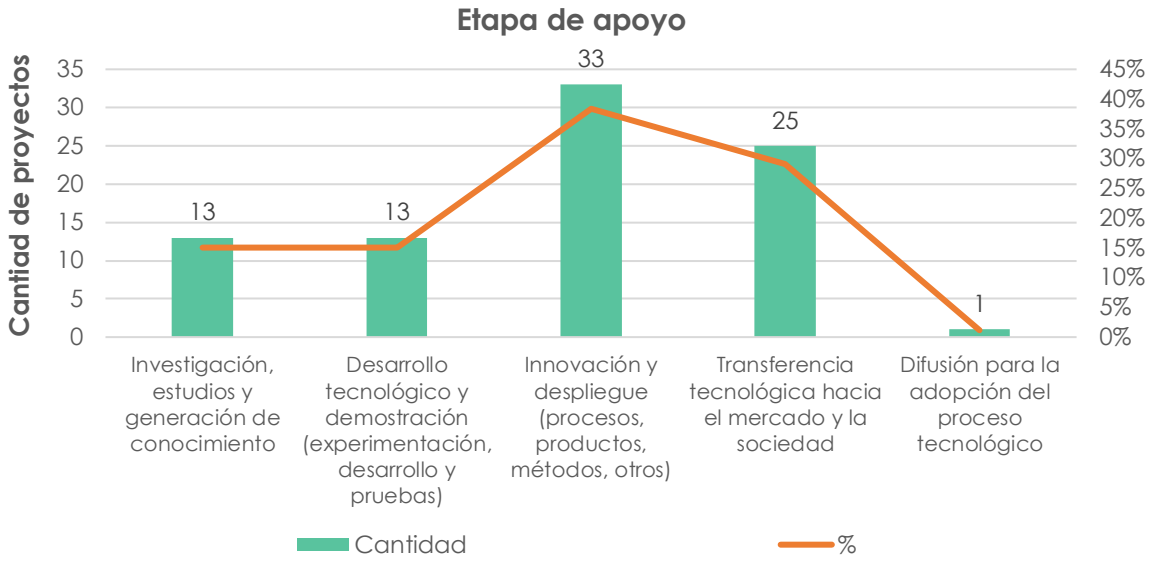


Figura 5-39. Etapa de apoyo recibido en proyectos de Desarrollo y Transferencia de Tecnología 2024-2025

Fuente. Elaboración propia

5.7.2. Análisis del ciclo tecnológico

El análisis del ciclo tecnológico es un elemento esencial para entender el nivel de madurez y la trayectoria de las tecnologías climáticas, a través de este concepto se describe el proceso evolutivo que atraviesan las tecnologías desde su concepción inicial hasta su adopción amplia en el mercado y la sociedad. Comprender en qué etapa se encuentran las tecnologías que reciben apoyo permite identificar brechas, priorizar inversiones y diseñar estrategias de escalamiento efectivas.

La distribución evidencia una concentración significativa (67 %) en las etapas avanzadas de innovación/despliegue y transferencia, lo que es una muestra representativa de que el país ha progresado sustancialmente desde fases exploratorias hacia la implementación concreta de soluciones tecnológicas.

Tendencias identificadas:

- Maduración tecnológica: En énfasis de proyectos en innovación y despliegue (38 %) indica que existe una base de capacidad instalada (técnica, institucional, financiera) para adoptar tecnologías climáticas validadas y adaptarlas a contextos locales, lo que representa un avance respecto a periodos anteriores donde la investigación, elaboración de estudios y estrategias era prevalente. Acá se evidencia el uso de tecnologías digitales avanzadas (Blockchain, IoT, Big Data).

- Énfasis en escalamiento comercial: El 29 % de proyectos en transferencia hacia mercado refleja un enfoque estratégico en lograr que tecnologías probadas lleguen efectivamente a usuarios finales, superando barreras de financiamiento, regulación y capacidades.
- Persistencia de experimentación: Los 13 proyectos (15 %) en desarrollo y demostración indican que se continúan validando tecnologías emergentes o adaptando soluciones importadas a condiciones locales específicas.
- Base de conocimiento activa: Los 13 proyectos (15 %) en investigación, muestran la existencia de un flujo de conocimiento nuevo que alimentará etapas posteriores del ciclo.
- Brecha en difusión: Solo 1 proyecto (1 %) se enfoca explícitamente en difusión para la adopción a escala de las tecnologías. Esto sugiere una oportunidad para fortalecer mecanismos de masificación y normalización de tecnologías climáticas una vez han sido transferidas al mercado.

5.7.2.1. Comparación con el período 2021-2023

Para contextualizar las tendencias actuales, es útil compararlas con el período 2021-2023, que abarcó 50 proyectos. La distribución de etapas en ese período fue:

- Investigación, estudios y generación de conocimiento: 15 proyectos (30 %).
- Innovación y despliegue: 14 proyectos (28 %).
- Desarrollo tecnológico y demostración: 10 proyectos (20 %).
- Transferencia tecnológica hacia el mercado y la sociedad: 9 proyectos (18 %).
- Difusión para la adopción del proceso tecnológico: 2 proyectos (4 %).

En 2021-2023 la investigación era mayoritaria (30 %), mientras que en 2024-2025 representa solo el 15 %. Por el contrario, la innovación y despliegue aumentó pasando del 28 % al 40 %, y la transferencia del 18 % al 29 %, lo que ratifica una progresión clara del ciclo tecnológico desde generación de conocimiento hacia implementación y escalamiento, así como un cambio en prioridades de inversión. El aumento en proyectos de etapas avanzadas sugiere que las inversiones en investigación de años anteriores están rindiendo frutos, con tecnologías validadas ahora siendo implementadas, es decir, que se presenta una maduración del portafolio de proyectos.

Existe estabilidad en desarrollo tecnológico y etapas demostrativas, pues esta etapa ha mantenido una proporción similar (20 % vs 15 %), indicando un flujo constante de tecnologías en validación.

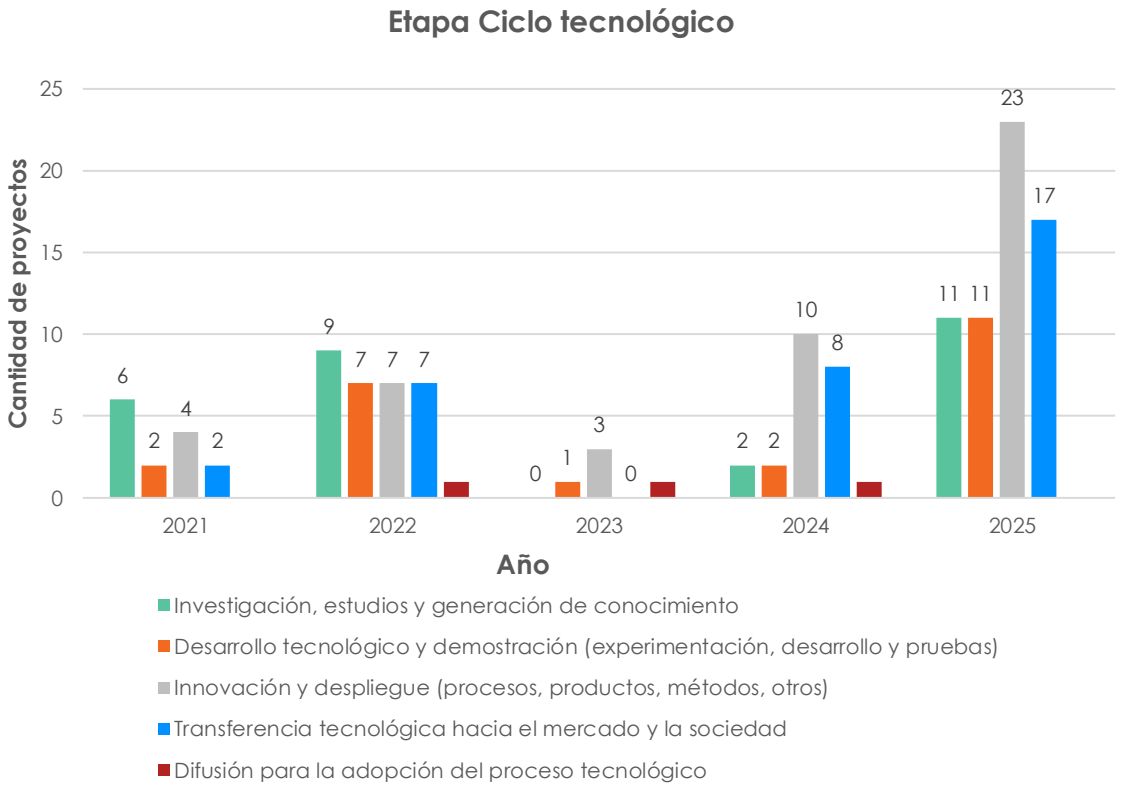


Figura 5-40. Cantidad de proyectos para las etapas del Ciclo tecnológico entre 2021-2025

Fuente. Elaboración propia

La brecha es persistente en difusión, pues ambos períodos muestran números bajos en difusión (4 % en 2021-2023, 1 % en 2024-2025), lo que sugiere que esta sigue siendo una etapa poco atendida, pues la masificación requiere de estrategias de largo plazo, financiamiento sostenido, y coordinación multisectorial que no siempre es el foco de proyectos de cooperación internacional. No obstante, se requieren esfuerzos adicionales para asegurar que tecnologías exitosas se masifiquen a través de diversos mecanismos: i) Programas de financiamiento accesible para adopción masiva (subsidios, créditos verdes, garantías), ii) Campañas de sensibilización y capacitación a gran escala, iii) Fortalecimiento de ecosistemas de proveedores locales de tecnologías climáticas, y iv) Marcos regulatorios que incentiven la adopción (estándares vinculantes u obligatorios, incentivos fiscales).

Se resalta en la siguiente figura, el aumento en volumen de apoyo, que mostró un incremento de 50 a 85 proyectos entre períodos, indicando una intensificación del apoyo internacional hacia el país, lo que es positivo para acelerar la acción climática. La progresión observada sugiere que Colombia está en una trayectoria positiva hacia la implementación efectiva de tecnologías climáticas.

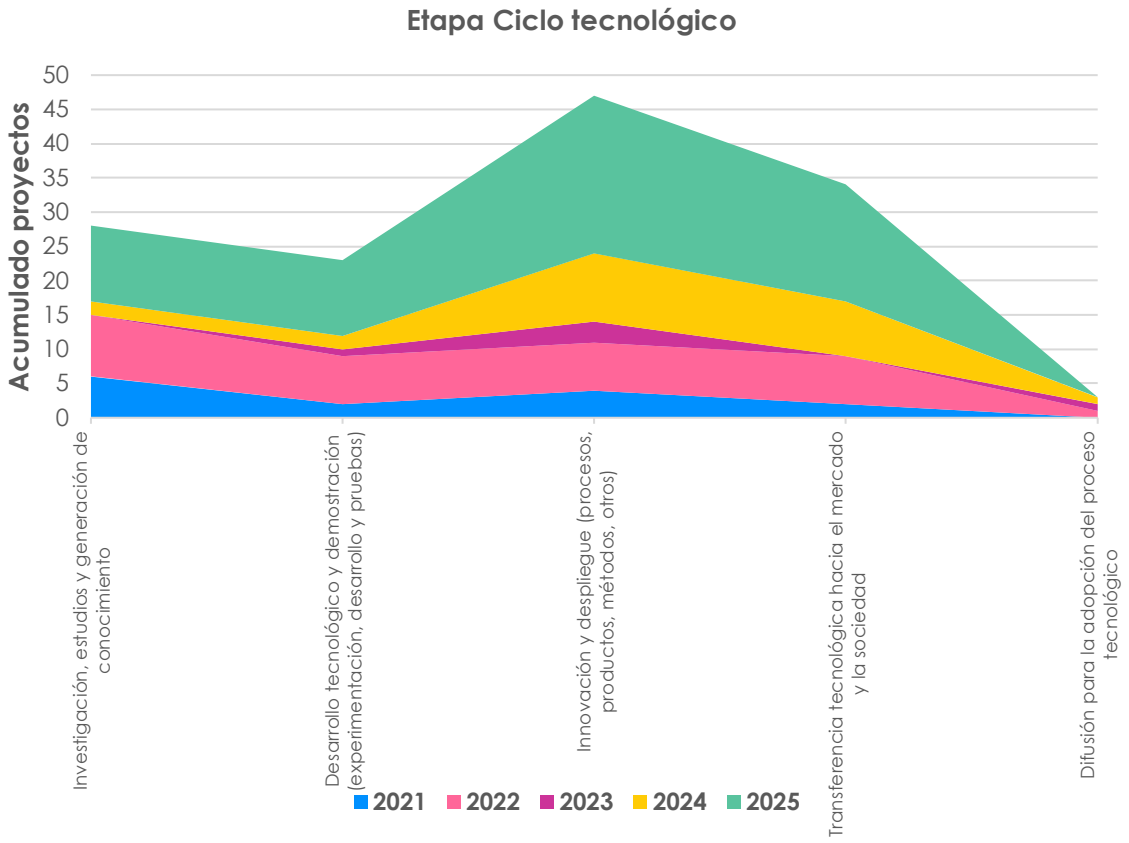


Figura 5-41. Evolución en proyectos para las etapas del Ciclo tecnológico entre 2021-2025

Fuente. Elaboración propia

Así las cosas, mientras que en 2021-2023 el foco tuvo alta incidencia estudiar y planear, en 2024-2025 el foco se desplaza hacia monitorear, escalar y aplicar tecnologías en los territorios nacionales; resaltando especialmente que la transición energética, las tecnologías agrícolas y de restauración, así como la bioeconomía han pasado de ser conceptos teóricos a proyectos de implementación con infraestructura física y digital.

5.7.3. Análisis sectorial

El desglose sectorial de los proyectos de desarrollo y transferencia tecnológica para el periodo 2024-2025 facilita comprender cómo el apoyo internacional se materializa en soluciones climáticas concretas. Al categorizar las iniciativas bajo los diez sectores estratégicos definidos en los Formatos Comunes Tabulares (CTF), no solo se refleja la trazabilidad de los flujos financieros y técnicos, sino que se permite identificar la alineación entre la cooperación recibida y las metas específicas de descarbonización y resiliencia consignadas en la actualización de la NDC de Colombia. Esta segmentación permite observar con claridad cómo

cada sector está liderando el desarrollo de conocimiento, experimentación y la adopción de innovaciones para continuar trazando futuros ciclos de cooperación.

A través de este análisis detallado, se evidenció una transición desde enfoques en estudios y experimentales hacia la implementación de tecnologías con alto potencial de escalabilidad. Este enfoque inferencial busca destacar cómo herramientas que van desde la analítica de datos en salud hasta la infraestructura de energía renovable en zonas no interconectadas, están configurando la base técnica nacional que trabaja hacia el cumplimiento de los compromisos de transparencia del BTR2.

5.7.3.1. Agricultura y Desarrollo Rural

Este sector concentra el mayor número de iniciativas de apoyo recibido con 27%. Muestra una paridad entre adaptación y transversalidad, reflejando la doble función del sector agrícola como emisor de GEI y como sector altamente vulnerable a eventos climáticos extremos (sequías, inundaciones, variabilidad en regímenes de lluvias). La concentración en etapas avanzadas del ciclo tecnológico en innovación y transferencia, indica que las tecnologías agropecuarias están siendo implementadas activamente en campo, superando las fases experimentales.

La tendencia del sector se inclina hacia sistemas agroforestales, agricultura regenerativa y biotecnología para cultivos como cacao, pimienta y café. El apoyo para este sector desde la cooperación internacional ha sido valioso, dado que el AFOLU representa aproximadamente el 60 % de las emisiones nacionales de GEI (principalmente por deforestación y cambio de uso del suelo) y emplea a más del 15% de la población. Las tecnologías digitales de trazabilidad y monitoreo permiten verificar la procedencia de productos agropecuarios libres de deforestación, facilitando el acceso a mercados internacionales bajo estándares ambientales rigurosos. Los sistemas agroforestales y las SbN contribuyen simultáneamente a la captura de carbono, la conservación de biodiversidad y el aumento de la resiliencia de los agricultores ante eventos climáticos extremos. Las biotecnologías mejoran la productividad reduciendo la presión sobre ecosistemas naturales, mientras que los sistemas de agricultura de precisión optimizan el uso de agua y agroquímicos, reduciendo costos y emisiones.

5.7.3.2. Transversal

Los proyectos con apoyo internacional ubican al sector en 14 % sobre el total de iniciativas. Presenta como se esperaba, concentración de apoyo transversal coherente con su naturaleza del sector enfocada en crear condiciones para la acción climática en múltiples ámbitos. La etapa del ciclo tecnológico es equilibrada entre innovación, transferencia y desarrollo, lo que sugiere que

implica la aplicación nuevos modelos (financieros, planificación) mientras se implementan soluciones probadas.

Entre los tipos de tecnologías, las SbN representan una oportunidad para adaptación dado su capital natural y biodiversidad, así mismo, proyectos en infraestructura verde urbana mejoran la resiliencia de ciudades ante inundaciones y olas de calor, mientras que la bioingeniería para control de erosión protege infraestructura crítica a menor costo que soluciones grises. Las tecnologías de gestión financiera climática son clave para movilizar recursos privados hacia proyectos climáticos, cerrando la brecha financiera identificada en la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático. Los instrumentos de blended finance permiten reducir el riesgo percibido de inversiones climáticas, facilitando el flujo de capital hacia proyectos de energía renovable, eficiencia energética y conservación. Las plataformas de datos abiertos mejoran la transparencia y permiten el monitoreo del progreso de la NDC, fortaleciendo la gobernanza climática nacional.

5.7.3.3. Ambiente y Desarrollo Sostenible

Este sector corresponde al 13 % del apoyo recibido. Presenta clara inclinación al apoyo transversal, lo que indica que las acciones de conservación y restauración han buscado generar beneficios integrales en adaptación (servicios ecosistémicos como regulación hídrica) y mitigación (captura de carbono en bosques y manglares). El sector se concentró en la etapa de innovación en primer lugar, seguida de transferencia tecnológica, mostrando la participación de las comunidades en fases de implementación, despliegue y apropiación de prácticas y tecnologías blandas principalmente.

Siendo Colombia un país megadiverso con ecosistemas estratégicos (páramos, manglares, bosques húmedos tropicales) que proveen servicios ecosistémicos, la restauración de manglares, por ejemplo, no solo captura carbono, sino que avanza en la protección de comunidades costeras de marejadas y tormentas, reduce la erosión costera, y sostiene pesquerías artesanales. Las SbN en restauración ecológica suman esfuerzos para recuperar áreas degradadas a menor costo que alternativas tecnológicas intensivas, generando empleo local y fortaleciendo la economía rural. El apoyo en tecnologías de refrigeración es relevante dado el Protocolo de Montreal y el Acuerdo de Kigali, que requieren la eliminación progresiva de hidrofluorocarbonos con alto potencial de calentamiento global. Las herramientas de modelación integrada biodiversidad-clima son clave para la planificación de áreas protegidas y corredores biológicos en escenarios de cambio climático.

5.7.3.4. Industria, Comercio y Turismo

Los proyectos apoyados representan un 10 % del apoyo recibido. Muestra un enfoque en apoyo transversal seguido de mitigación, refleja que las mejoras en eficiencia energética e hídrica no solo buscan reducir emisiones, sino que apuntan a mejoran la competitividad empresarial y la adaptación a limitaciones en acceso a recursos. Las etapas avanzadas del ciclo tecnológico en transferencia e innovación, señala que se están adoptando tecnologías probadas y adaptándolas a contextos productivos regionales.

El sector industrial representa aproximadamente el 12 % de las emisiones de GEI de Colombia, por tanto, la adopción de tecnologías de producción limpia y economía circular permite reducir costos operativos (energía, agua, materias primas) mientras se reducen emisiones, mejorando la competitividad de las empresas nacionales en mercados internacionales que demandan productos bajos en carbono. La valorización de residuos plásticos es especialmente relevante dado el problema de contaminación plástica en zonas costeras y cuencas hidrográficas. Los sistemas de trazabilidad digital permiten verificar cadenas de suministro libres de deforestación, facilitando el acceso a mercados de la Unión Europea bajo regulaciones de debida diligencia. En turismo, las envolventes térmicas eficientes y la iluminación inteligente reducen el consumo energético en servicios de infraestructura de alojamiento o gastronómica, así como para destinos ecoturísticos que buscan certificaciones de sostenibilidad.

5.7.3.5. Minas y Energía

Los proyectos implementados representan un 10 % del apoyo recibido. En este prevalece la mitigación, lo que se esperaba dado que la transición energética y la minería más limpia contribuyen directamente a la reducción de emisiones de GEI. El enfoque en innovación y transferencia, precisa que se están implementando proyectos piloto de energías renovables mientras se desarrolla en etapas previas tecnologías emergentes como la eólica offshore.

Dado que Colombia tiene un potencial significativo de energías renovables (solar, eólica, geotérmica, biomasa) y una matriz eléctrica que actualmente depende en gran medida de hidroelectricidad, hay vulnerabilidad a fenómenos de variabilidad climática como El Niño, en este contexto, la diversificación hacia solar y eólica reduce dicha vulnerabilidad. Los distritos energéticos en zonas urbanas permiten aprovechar economías de escala en climatización, reduciendo emisiones en edificaciones. En minería, las tecnologías sin mercurio son vitales para cumplir con el Convenio de Minamata, protegiendo la salud de mineros artesanales y comunidades ribereñas expuestas a contaminación por mercurio. Los sistemas de trazabilidad con blockchain permiten demostrar el origen responsable de minerales, facilitando el acceso a mercados internacionales bajo

estándares OCDE. Las microrredes inteligentes en zonas no interconectadas mejoran el acceso a energía de comunidades remotas, sustituyendo generadores diésel costosos y contaminantes.

5.7.3.6. Vivienda, agua y saneamiento

Representa el 9 % del apoyo recibido para el periodo. Tiene un enfoque mayoritario en mitigación que en adaptación y transversal, en proyectos de captura de metano en rellenos sanitarios y la generación de bioenergía a partir de residuos orgánicos. La etapa que prima para el sector es la investigación y estudios, lo que indica que se están explorando tecnologías emergentes en saneamiento y gestión de residuos

Dentro de las tecnologías identificadas, la gestión de residuos sólidos es un desafío creciente debido a la rápida urbanización. La digestión anaerobia de residuos orgánicos puede generar biogás para electricidad o combustible vehicular, reduciendo emisiones de metano de rellenos sanitarios. La recuperación de metales críticos de residuos electrónicos es relevante para la economía circular y la seguridad de suministro de materiales estratégicos. Los sistemas de saneamiento descentralizado son particularmente apropiados para zonas rurales y asentamientos urbanos sin acceso a alcantarillado centralizado, mejorando la salud pública y reduciendo la contaminación hídrica. El drenaje urbano sostenible aumenta la resiliencia de ciudades ante inundaciones exacerbadas por el cambio climático.

5.7.3.7. Transporte

Sector que representa un 6 % del apoyo recibido, y aproximadamente el 12 % de las emisiones nacionales de GEI, principalmente por combustión de combustibles fósiles en vehículos; por ello es esperado el enfoque en mitigación que se muestra. En cuanto a etapa del ciclo tecnológico, se centra en innovación y transferencia, donde se están implementando pilotos de electromovilidad mientras se transfieren tecnologías de sistemas inteligentes.

Respecto a tecnologías identificadas, la electromovilidad reduce emisiones locales de contaminantes atmosféricos que afectan la salud pública, además de reducir GEI si la electricidad proviene de fuentes renovables. Las plataformas buscan avanzar en la integración de diferentes modos de transporte (buses, bicicletas compartidas, metro, taxis) en pro de facilitar la movilidad multimodal sostenible y el uso de vehículos privados. Los sistemas de transporte inteligentes basados en IA optimizan flujos vehiculares, reduciendo congestión y emisiones. La infraestructura resiliente es clave dado que eventos climáticos extremos (deslizamientos, inundaciones) afectan frecuentemente la red vial colombiana,

generando costos económicos significativos en reparaciones y pérdidas de conectividad.

5.7.3.8. Salud y Protección Social

El sector implementó el 5 % de los proyectos en apoyo recibido, en su totalidad con foco en adaptación lo que es coherente dado que afecta la salud principalmente a través de efectos directos (olas de calor, eventos extremos) e indirectos (expansión de enfermedades vectoriales, seguridad alimentaria y nutricional). Respecto a las etapas del ciclo tecnológico, se centra en investigación y desarrollo, acorde a que se están identificando patrones epidemiológicos y desarrollando modelos predictivos. Los tipos de tecnologías precisados se enfocan en vigilancia epidemiológica climática: sistemas de información epidemiológica vinculados a variables climáticas, modelos predictivos de alerta temprana, herramientas de análisis de determinantes socio-ambientales, monitoreo de vectores; así como telemedicina: herramientas de telemedicina para atención en zonas remotas, plataformas de análisis de datos.

5.7.3.9. Gestión del Riesgo

Representa el 3 % de los proyectos en apoyo recibido, todos relativos a adaptación y centrados en desarrollo tecnológico e innovación. En referencia al tipo de tecnologías presentadas se sintetizan en: modelación de riesgos: modelado de escenarios climáticos, modelación de riesgos hidrometeorológicos, software de modelación predictiva, algoritmos de análisis, y aplicaciones móviles: Aplicaciones de monitoreo para alertas tempranas que contribuyen en la identificación de evacuaciones preventivas, fortaleciendo el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres.

5.7.3.10. Control a la Deforestación

El sector aplica tecnologías de monitoreo y conservación forestal, representando el 2 % de los proyectos sectoriales, los cuales se suscriben a tipo de apoyo transversal, es etapas avanzadas del ciclo tecnológico en innovación y transferencia. De manera particular, soluciones basadas en naturaleza con tecnologías forestales para restauración y manejo sostenible; y monitoreo remoto: SIG, sensores remotos para detección de deforestación.

5.7.3.11. Conclusiones

Para dar cierre al análisis transversal y sectorial, se concluye que Colombia ha experimentado un incremento significativo en el apoyo internacional, el cual se ha diversificado en sectores y tipos de tecnología. La prevalencia del apoyo

transversal (51 % de proyectos) refleja la comprensión de que las soluciones climáticas más efectivas generan beneficios en mitigación y adaptación, alineándose con el enfoque integrado de la NDC que reconoce sinergias entre reducción de emisiones, aumento de resiliencia, conservación de biodiversidad y desarrollo sostenible. Sectores como agricultura, ambiente y transversal concentran este tipo de proyectos, evidenciando que las soluciones basadas en naturaleza, la digitalización, la agroecología inteligente y la gestión integrada de recursos, son de alta importancia técnica para el país.

El portafolio de tecnologías apoyadas contribuye directamente a múltiples metas de la NDC de Colombia:

1. Reducción de emisiones: Tecnologías en energías renovables, eficiencia energética, movilidad eléctrica, gestión de residuos, agricultura climáticamente inteligente, y control de deforestación; sumando a la meta de reducción del 51% de emisiones para 2030 (respecto a un escenario business-as-usual).
2. Adaptación: Tecnologías en sistemas de alerta temprana, infraestructura resiliente, agricultura adaptada al clima, gestión de recursos hídricos, y salud climática fortalecen la resiliencia de sectores vulnerables.
3. Transición energética justa: Proyectos en zonas no interconectadas con energías renovables descentralizadas que mejoran el acceso a energía de comunidades remotas, alineándose con objetivos de equidad y reducción de pobreza energética.
4. Economía circular y producción sostenible: Tecnologías de valorización de residuos, producción limpia, y eficiencia de recursos contribuyen a desacoplar crecimiento económico de degradación ambiental.

La cooperación internacional ha sido un catalizador de este progreso, aportando no solo recursos financieros sino también conocimiento, capacidades técnicas y acceso a redes globales de innovación, donde la progresión del portafolio de proyectos hacia etapas avanzadas del ciclo tecnológico es una señal de maduración del sistema nacional de innovación climática y creciente capacidad de absorción tecnológica. No obstante, el desafío hacia adelante es tanto desarrollar y demostrar tecnologías, como asegurar que lleguen a hogares, empresas y comunidades en todo el territorio nacional.

A través de diversos mecanismos donde ha primado la donación y fondos climáticos globales, el país ha logrado canalizar recursos hacia sus sectores priorizados, donde el apoyo recibido en este periodo refleja alineación entre necesidades y proyectos ejecutados, así como retos respecto a la sostenibilidad a largo plazo de procesos que detonan los proyectos y la importancia de modelos de financiamiento más flexibles que permitan el escalamiento industrial de los prototipos desarrollados, para que lleguen exitosamente al mercado y la sociedad.

5.7.4. Estudios de caso en materia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología

La sección de estudios de caso tiene como propósito ilustrar de manera detallada cómo la interacción con el apoyo internacional se materializa en proyectos de valioso impacto climático. A través de una selección representativa de iniciativas en sectores clave como energía, agricultura y gestión ambiental, se analiza el conocimiento generado o aplicado, la relevancia climática de las tecnologías duras y blandas abordadas y las lecciones aprendidas durante su implementación. Estos casos sirven como evidencia del progreso técnico y uso eficiente de recursos.

Tabla 5-6. Casos de estudio transferencia de tecnología

<table>
<tr><td colspan="6">Estudio de caso n.1 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</td></tr>
<tr><td>Título del proyecto</td><td colspan="3">Implementación de Sistemas de Gestión de Recursos Hídricos como Apoyo al Plan Maestro de Manejo Integral y Uso Sostenible de la Cuenca del Río Magdalena</td><td>Periodo de ejecución:</td><td>32 meses
Fecha inicio: Abril 2021
Fecha finalización: Febrero 2024</td></tr>
<tr><td>Sector y Subsector</td><td>1. Sector: Ambiente y Desarrollo Sostenible
2. Subsector: Recurso hídrico</td><td>Ubicación geográfica</td><td>+4 departamentos del país ubicados en la Cuenca de los Ríos Magdalena y Cauca (Huila, Tolima, Antioquia, Caldas, Boyacá, Cundinamarca, Santander, Magdalena y departamentos del Caribe Colombiano)</td><td>Financiador</td><td>Banco Interamericano de Desarrollo -BID, a través del Fondo de Múltiples donantes Aquafund y el Programa Estratégico para el Desarrollo de Infraestructura</td></tr>
<tr><td>Entidades participantes</td><td colspan="3">1. Ejecutor: Banco Interamericano de Desarrollo -BID, División Agua y Saneamiento
2. Entidades receptoras: Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena-CORMAGDALENA y Ministerio de Transporte de Colombia</td><td>Monto (USD)</td><td>600.000</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Quién se beneficia</td><td colspan="3" rowspan="3">1. La población regional, con una mejor gestión de la demanda/uso hídrico, de la vulnerabilidad y el riesgo ante cambios extremos en las áreas ubicadas en las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca.
2. Corporaciones Autónomas Regionales, quienes son entidades que administran y conservan las cuencas como recursos naturales renovables, al contribuir con información para su plan de manejo sustentable.
3. Autoridades locales y regionales como Alcaldías y Gobernaciones, en sus procesos de planificación y gestión hídrica, con data e indicadores en tiempo real para toma de decisiones en políticas ambientales, de agua y saneamiento, prevención y atención de desastres.</td><td>Mecanismo de apoyo</td><td>Donación</td></tr>
<tr><td>Tipo de apoyo</td><td>Adaptación</td></tr>
<tr><td>Etapa del apoyo</td><td>Innovación y despliegue</td></tr>
<tr><td>Contexto general y climático</td><td colspan="5">La gestión de los recursos hídricos necesaria para el cumplimiento de los objetivos del Plan de Manejo de Cuenca de la arteria fluvial más grande de Colombia constituida por los ríos Magdalena y Cauca, requiere de la integración de procesos técnicos (planeación, monitoreo, medición, control) e institucionales, que deben desarrollarse de manera continua y coordinada para promover la sostenibilidad, el control y regulación de flujos de agua. Para el año 2020, no se contaba con un sistema de información detallado tanto espacial como temporalmente sobre la situación hídrica (calidad y cantidad) presente y futura, como data vital no solo para mejorar el conocimiento del estado del agua que llega al canal de navegación, sino para la adecuada gestión y la sostenibilidad de todas las cuencas que forman parte del sistema Magdalena-Cauca, con una influencia directa en el medio ambiente y en la seguridad hídrica del país.

El aprovechamiento de los caudales y beneficios socioeconómicos (aparatos productivos de pesca, logística, navegación, entre otros) es de alta relevancia para los territorios que abarca la cuenca, así como las medidas de control, uso, prevención y gestión de periodos adversos como inundaciones y sequías, manejo de erosión, y en general procesos de adaptación y resiliencia para las comunidades y autoridades que buscan una convivencia en equilibrio con estos ríos y sus afluentes.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.1 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td>Resumen ejecutivo</td><td colspan="3">Para la Cuenca Magdalena-Cauca, se detectó la necesidad de desarrollar esquemas e indicadores que permitan la caracterización detallada de la misma y del canal de navegación, con la finalidad de aportar información para la ejecución de las acciones en gestión y sostenibilidad hídrica, anticipar puntos específicos y problemas de erosión, establecer disponibilidad y demanda hídrica bajo modelación, realizar dragados coherentes y eficientes, potenciar el accionar de la cadena de estaciones de monitoreo dispuestas en la cuenca, e integrar a las entidades y stakeholders que hacen parte de los territorios en la planeación y acciones adelantadas.

El proyecto consistió en la transferencia de tecnología (software, algoritmos, modelos), generación de conocimiento específico para la Cuenca Magdalena-Cauca y acciones de apropiación en CorMagdalena y otras Corporaciones, de dos sistemas: gestión de los recursos hídricos y sistema de apoyo al monitoreo del canal navegable, a través de la implementación de las suites de modelos HydroBID e HydroBID Flood, desarrollados por el Banco Interamericano de Desarrollo-BID). La información generada por estos modelos alimenta un sistema de información geográfica que brinda datos para la toma de decisiones y el monitoreo del Plan de manejo de cuenca. HydroBID brinda información relativa a cantidad y calidad de agua, balances hídricos, efectos del cambio climático y cambio de usos de suelo sobre la escorrentía que fluye hacia el río Magdalena. HydroBID Flood brinda información hidrodinámica de niveles, velocidades y procesos de erosión y sedimentación en el canal navegable, así como información de probabilidad de inundación en zonas de riesgo y problemas de contaminación.</td></tr>
<tr><td>Objetivos y metas esperadas</td><td>1. Implementar el modelo HydroBID de disponibilidad hídrica a toda la cuenca del Magdalena, que abarca modelos de balance hídrico completos (HydroBID Alloc) en aquellas subcuencas que cuenten con datos detallados de usos de agua, mediante análisis de datos, capacitación, puerta en marcha y acceso a soporte técnico continuo, para 18 corporaciones ambientales de las regiones, instituciones académicas y el instituto de Hidrología, Estudios Ambientales y Meteorología de Colombia-IDEAM.
2. Implementar el modelo HydroBID Flood en zonas del canal de navegación priorizadas por CORMAGDALENA a lo largo de la cuenca para efectuar de manera continua análisis de arrastre de sedimentos, evaluar las condiciones del canal de navegación y predecir puntos clave de dragado; mediante análisis de datos, capacitación, puesta en marcha y acceso a soporte técnico continuo.</td><td>Tecnología involucrada</td><td>Tecnologías de información y modelamiento: modelos de simulación hidrológica e hidráulica a detalle, procesos numéricos avanzados, Big data, algoritmos</td></tr>
<tr><td>Resultados obtenidos</td><td>▪ Modelo de oferta hídrica para toda la cuenca del Magdalena-Cauca operativo y calibrado, el cual representa el segundo modelo en km^2 cubiertos, desarrollado con las herramientas HydroBID.
▪ Modelo hidrodinámico operativo y calibrado, para la evaluación espaciotemporal de las condiciones navegables en áreas priorizadas del canal de navegación
▪ Proceso completo de transferencia de tecnología y conocimiento realizado a personal de CorMagdalena y a personal técnico (Comunidad de Prácticas de HydroBID) de al menos18 instituciones que actualmente hacen uso del modelo para actividades relacionadas con la planificación y gestión del recurso hídrico como la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga.</td><td>Estatus tecnología y khow how generados</td><td>• Transferencia tecnológica de dos modelos de gestión:
i) HydroBID, como un sistema para la gestión y planificación de los recursos hídricos, que se alimenta de una base de datos que contiene características de más de 300 mil cuencas de América Latina y el Caribe, que ha sido implementado en 21 países desde el 2016, utilizándose adicionalmente en la preparación de operaciones y en procesos de diálogo regional.
ii) HydroBID Flood como modelo de simulación para estudios fluviales y costeros, identificación de riesgo</td></tr>
</table>

Estudio de caso n.1 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías			
			de inundación, análisis hidrológicos de detalle, apoyar el diseño de infraestructura y de redes de drenaje. • Generación de conocimiento: i)Modificaciones en HydroBID para poder analizar áreas más extensas. Ésta se convirtió en el primer paso para lograr que el HydroBID fuese el modelo oficial del Observatorio Regional del Amazonas abarcando la totalidad de la cuenca Amazónica. ii) Desarrollo de metodologías de agregación de demandas de agua para trabajo a nivel de subcuenca.
Beneficios	Incremento de la capacidad de gestión colaborativa interinstitucional para las decisiones de carácter macro-regional y en la solución de conflictos entre diferentes stakeholders por usos de agua, calidad u otros. Desarrollo de conocimiento e innovación, que mejora capacidades en las instituciones al promover la digitalización, maduración de procesos técnicos de medición/modelación y entrega de resultados. Cooperación con el BID para la implementación de otras tecnologías digitales para el análisis de la cuenca y sus dinámicas. Reducción de pérdidas por desastres que causen efectos climáticos adversos Mejoramiento en los componentes de estructura, composición y función de los ecosistemas, lo cual genera una mejor regulación hídrica, con beneficios de aumento en los caudales base de las corrientes en época de estiaje y control de inundaciones en época de altas precipitaciones.		
Impactos generados	Mejora en la preparación ante eventos hidroclimáticos extremos (sequías e inundaciones) y con esto, en las condiciones de adaptación ante los efectos del cambio climático. Mejora en la calidad de las aguas como consecuencia de la gestión para disminución de sedimentos y contaminantes, y en la salud de los ecosistemas para beneficio de la biodiversidad. Toma de decisiones basadas en ciencia y conocimiento, bajo un monitoreo técnico-tecnológico de la cuenca bajo indicadores, que sustenta la mejora en el	Indicadores del proyecto	• Transferencia de modelos mediante 3 consultorías para la implementación de los modelos • Transferencia tecnológica de las licencias de los modelos, sin caducidad ni pago de propiedad intelectual • +30 talleres de capacitación y eventos de diseminación • Un acuerdo de soporte técnico continuo con CorMagdalena que garantiza la sostenibilidad técnica

Estudio de caso n.1 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías			
	diseño y operación de infraestructura hídrica, manejo de los recursos hídricos más asertivo y la correcta planificación en el uso de embalses y en el otorgamiento de permisos de agua. Efecto positivo en el acceso al recurso hídrico para consumo y saneamiento, así como en información para el aparato productivo de la cuenca: riego, pesca, navegación, generación de energía. El soporte a la navegación permite aumentar la confiabilidad del tráfico comercial, gracias a establecer patrones de navegabilidad, lo que favorece el desarrollo económica y social.		
Éxitos	1. *Resultados alcanzados que trascienden lo inicialmente estimado*, que inicialmente abarcó la transferencia de tecnología, capacitación y asistencia centrada en una entidad como CorMagdalena, hacia un proceso de cooperación BID-actor local y la generación de conocimiento para ajustar y robustecer los modelos de gestión, hacia cuencas de gran extensión como Magdalena-Cauca y Amazonas; y logro de alta precisión en el modelo hidrodinámico de predicción a 1cm (lato detalle) vs un río tan grande. 2. *Aporte en conocimiento hacia la adaptación,* lo que mejora la gestión hídrica y el entendimiento de cómo cambia el volumen de agua en los puntos de medición con los efectos del cambio climático, en pro de tomar medidas de manejo y adaptación. 3. *Optimización de la distribución de agua*, bajo un modelo que contempla caudales a detalle y demandas de tipo habitacional, agrícola, energética e industrial, e identifica cuál es la mejor manera de distribuir el agua con que se cuenta en un periodo de tiempo y predecir demandas futuras. Así mismo, permite analizar los efectos del cambio de uso del suelo, cobertura, zonas de deforestación y reforestación; en la cantidad de agua disponible actual, a corto y largo plazo. 4. *Aporte en planificación de recurso*, como aspecto común en la data que arrojan los modelos, que facilita la generación de planes de manejo de embalses, planes de manejo de sequías, mapas de amenaza de inundaciones, órdenes de cruce y alerta bajo la determinación de cómo la profundidad cambia con el sedimento. 5. *Base de datos específica para Colombia*, de la cuenta Magdalena-Cauca, bajo una parametrización nunca antes alcanzada, adaptada a los usos de suelo oficiales del país, hidrografía (zonas llanas, de montaña, humedales) 6. *Alto nivel de apropiación,* verificado en los procesos de soporte, uso actual y permanencia del conocimiento en las institucionales nacionales aún cuando el personal vaya cambiando. 7. *Horizonte de sofisticación*, mediante la búsqueda de una segunda fase que permita elevar los modelos a sistemas de información más robustos, dashboards y uso de inteligencia artificial, como novedad para el BID y el país.		
Limitaciones o fracasos	▪ Accesibilidad de los indicadores en tiempo real para entidades externas, en la medida que no se dispone de una plataforma o sistema tipo web o de tableros a los que se acceda desde cualquier ubicación, sino de un paquete de modelos que son funcionales y aportan la información, dentro del hardware dispuesto por CorMagdalena u otras Corporaciones Autónomas. ▪ Alta rotación de personal en las instituciones locales colombianas, que conlleva a mayores procesos de soporte y capacitación para mantener el funcionamiento y operación. ▪ Los modelos no lograron quedar funcionales para el IDEAM por inconvenientes en sistemas internos de la entidad, que si bien se pretendieron solucionar, esto no fue alcanzado en el periodo de ejecución. ▪ Recurso financiero limitado para avanzar a una siguiente etapa de evolución a plataforma web e incorporación de otros componentes tecnológicos.		

Estudio de caso n.1 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías			
Lecciones aprendidas	La implementación de modelos de gestión hídrica de cuencas ajustados a las características locales permite una mayor adopción tecnológica y permanencia de uso a través del tiempo, como fruto de procesos de cooperación entre la agencia implementadora y los actores locales, despertando interés y combinación de conocimiento que motiva el trabajo colaborativo, sumando a los conceptos locales lo modelos internacionales. La oferta de soporte técnico indefinido a demanda de CorMargdalena y las otras Corporaciones, garantiza la sostenibilidad en el uso de los modelos para la gestión y planificación, así como incrementa el potencial de continuar madurando técnicamente los modelos y sistemas conforme los avances tecnológicos. La implementación de modelos de gestión predictiva de Cuencas permite alcanzar impactos desde el punto vista económico valiosos, pues se espera que las cuencas que abastecen de agua, gracias a la gestión de caudales y otras variables, tengan la capacidad de atender la demanda por muchos años hacia adelante. Construcción de confianza, expresada en la interacción continua a nivel de capacitación y soporte, y respecto a la efectividad de los modelos, que resultaron funcionales para áreas tan extensas como la principal cuenca colombiana, lo cual mejoró la capacidad de adaptación de dichos modelos para el reto de abordar por parte del BID la cuenca completa del Amazonas suramericano.		
Fuentes de información	▪ https://www.iadb.org/es/proyecto/CO-T1598 ▪ Marco lógico de proyecto reconstruido con entidad ejecutora. ▪ Entrevista semi-estructurada líder de proyecto. **Agradecimiento:** Líder de proyecto: Mauro Nalesso, especialista principal BID en Agua y Saneamiento - oficina Washington.	Para saber más	https://www.iadb.org/es/proyecto/CO-T1598

Estudio de caso n.2 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías					
Título del proyecto	Empoderamiento de ingredientes naturales amazónicos – cadena de valor de los productos forestales no maderables del bosque a través de la transferencia de tecnología para el fortalecimiento de la bioeconomía circular en la región amazónica colombiana			Periodo de ejecución:	22 meses Fecha inicio: Mayo 2022 Fecha finalización: Marzo 2024
Sector y Subsector	1. Sector: Ambiente y Desarrollo Sostenible 2. Subsectores: Gestión de bosques y Biodiversidad	Ubicación geográfica	3 departamentos y 7 municipios, en zonas de frontera forestal amazónica así: Caquetá, (Florencia, Montañita, Belén de los Andaquíes), Guaviare (San José del Guaviare, El Retorno) y Amazonas (Puerto Nariño).	Financiador	UK PACT – United Kingdom Partnering for Accelerated Climate Transitions
Entidades participantes	1. Ejecutor principal: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.			Monto (USD)	730.000

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.2 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td></td><td>2. Aliado: Natura Cosméticos LTDA</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Quién se beneficia</td><td rowspan="3">1. Productores y transformadores de 10 asociaciones mediante nuevas o significativamente mejoradas prácticas de cosecha, postcosecha (obtención de metabolitos de mayor calidad), y producción primaria de base biológica.
2. Directos: 151 productores y más de 636 personas quienes adoptaron prácticas sostenibles, mediante procesos innovadores de producción, capacitación y transferencia de tecnologías.
3. Indirectos: otras comunidades rurales amazónicas vinculadas a cadenas de valor de productos forestales no maderables, con la transferencia horizontal de prácticas entre productores.
4. Aliado transformador final Natura Cosméticos (actuó como empresa ancla en copoazú) y otras empresas afines, quienes son actores interesados en ingredientes amazónicos con calidad estandarizada, garantía de sostenibilidad y gestión comercial justa bajo sus principios de marca global.
5. La población regional, con una reducción de la presión sobre el bosque fortaleciendo la conservación mediante el aprovechamiento responsable de especies nativas.</td><td>Mecanismo de apoyo</td><td>Donación</td></tr>
<tr><td>Tipo de apoyo</td><td>Transversal (adaptación y mitigación)</td></tr>
<tr><td>Etapa de apoyo</td><td>Transferencia tecnológica hacia el mercado y la sociedad</td></tr>
<tr><td>Contexto general y climático</td><td colspan="3">La región amazónica colombiana enfrenta un desafío crítico derivado de la degradación ambiental y la pérdida acelerada de biodiversidad. Entre 2018 y 2020, la cobertura boscosa se redujo alarmantemente hasta alcanzar niveles del 69,06%, impulsada principalmente por la ganadería extensiva, la expansión de cultivos de uso ilícito y actividades extractivas ilegales. Esta presión sobre el ecosistema no solo amenaza la integridad ecológica del territorio, sino que limita las oportunidades de subsistencia de las comunidades rurales, quienes se encuentran inmersas en un ciclo de vulnerabilidad económica y falta de alternativas productivas sostenibles que permitan conservar el bosque.

Frente a esta crisis, los productos forestales no maderables -PFNM emergen como una solución estratégica para la mitigación del cambio climático y la resiliencia territorial. Sin embargo, el aprovechamiento de especies de ingredientes naturales amazónicos como el copoazú, el sacha inchi y la canangucha presenta brechas estructurales como insuficiencia de oferta estandarizada de materias primas, infraestructura local precaria en procesos de transformación, dependencia de energías fósiles (diésel) de alto costo y una baja capacidad tecnológica para cumplir estándares internacionales. Este contexto conlleva a buscar una transición hacia modelos de bioeconomía circular que integren tecnologías limpias y sistemas energéticos híbridos, que permitan que la conservación de la Amazonía como acción climática prioritaria, sea económicamente viable y competitiva en los mercados globales de ingredientes naturales.</td></tr>
<tr><td>Resumen ejecutivo</td><td colspan="3">El propósito de transformar el potencial biológico de la región amazónica en una ventaja competitiva real busca demostrar que el uso sostenible de la biodiversidad es una herramienta eficaz para reducir la deforestación y generar ingresos rurales, siempre que existan procesos estandarizados y</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.2 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">capacidades técnicas instaladas. El eje fundamental fue la articulación de innovación y transferencia para superar barreras técnicas en cadenas de valor de ingredientes naturales con alto potencial de exportación - a partir de 7 priorizados nacionalmente en la Amazonía-, y facilitar la apropiación de tecnologías de transformación adecuadas y criterios acordes a normatividad internacional, en aras de impulsar el desarrollo económico regional y modelos de bioeconomía circular.

La estrategia se basó en el escalamiento de soluciones de bioeconomía circular para cumplir con las exigencias de los sectores cosmético y a través de optimizar la transformación primaria y la calidad de los ingredientes, mejorar las bases para una transición energética en las plantas comunitarias y el desarrollo de rutas de bioeconomía departamentales. La integración de la dimensión social participativa, modelos de negocio y protocolos de propiedad intelectual, logró conectar a los actores de las cadenas de copoazú, el sacha inchi y la canangucha; fomentando un ecosistema productivo resiliente que asegura la conservación del bosque amazónico con efectos en mitigación, a través de la valorización de sus recursos bioactivos y adaptación productiva.</td></tr>
<tr><td>Objetivo(s) y meta(s) esperadas</td><td>Fortalecer la cadena de ingredientes naturales de la región amazónica colombiana para mejorar su competitividad y circularidad mediante procesos de innovación, desarrollo tecnológico y su transferencia.
1. Fortalecer capacidades técnicas y organizacionales de los actores de cadenas de valor en ingredientes amazónicos.
2. Incrementar la competitividad y circularidad de la cadena mediante transferencia tecnológica.
3. Consolidar rutas bioeconómicas departamentales (Caquetá y Amazonas).
4. Habilitar acceso a la transición energética en asociaciones, mediante conocimiento e identificación de proyectos y alternativas de fuentes de financiación.
5. Visibilizar la cadena y facilitar alianzas comerciales y científico-tecnológicas.</td><td>Tecnologías involucradas</td><td>▪ Agrícola: procesos de cosecha y postcosecha; prácticas técnicas de procesamiento, calidad y trazabilidad, para asegurar la calidad del fruto desde su origen.
▪ Transformación primaria: adoptación técnica de protocolos de extracción y buenas prácticas de manufactura para elevar el estándar de aceites y mantecas obtenidos.
▪ Bioeconomía circular: investigación aplicada para el aprovechamiento de subproductos de canangucha.
▪ Soluciones de energía renovable y sistemas híbridos para sustituir el uso de diésel.</td></tr>
<tr><td>Resultados obtenidos</td><td>▪ Diseño de manuales técnicos para 3 cadenas de ingredientes amazónicos (copoazú, sacha inchi y canangucha) y estandarización de procedimientos, con la visión de realizar aprovechamiento sostenible.
▪ Transferencia tecnológica y de conocimientos entre el ejecutor y asociaciones, logrando mejores procesos a nivel técnico para cosecha y producción de 3 ingredientes naturales de la bioeconomía, bajo estándares de calidad global.
▪ Elaboración de las rutas bioeconómicas para el desarrollo de las regiones de Caquetá y Amazonas, orientadas a reducir la deforestación, plasmado en 2 publicaciones.
▪ Establecimiento de alianzas comerciales entre las asociaciones con clientes como BioIngred Tech o aliado Natura Cosméticos.</td><td>Estatus tecnología y khow how generados</td><td>• Investigación aplicada:
Aprovechamiento de subproducto de biomasa de la canangucha: i) pruebas para obtención de metabolitos útiles como ácido succínico y hexopolisacáridos en la industria cosmética, ii) uso de biomasa y bacterias para producir biopolímeros, y, iii) pruebas con socios comerciales para uso de torta de extracción de aceite de este fruto.

• Desarrollo tecnológico:
i) Diseño conceptual de gasificador a partir de residuos, así como de cuarto frío alimentado con energía solar.
ii) Evaluación de adaptabilidad de 4 especies en sistemas agroforestales.</td></tr>
</table>

Estudio de caso n.2 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías			
	▪ Transferencia de conocimiento en tecnologías de transición energética, 3 proyectos estructurados, 2 obtuvieron recursos económicos, y alternativas de financiación mapeadas.		
Beneficios	Formulación participativa de rutas estratégicas de bioeconomía en municipios de Caquetá y Amazonas, que guían decisiones locales hacia el uso sostenible de la biodiversidad, integrando expectativas institucionales y de las asociaciones. Innovaciones en procesos primarios y de producción, aplicadas por productores para cerrar brechas técnicas en de circularidad mediante aprovechamiento de subproductos y energías más sostenibles, así como mejora de la calidad de sus productos Fortalecimiento de modelos de negocio, articulación en el mercado con clientes internacionales y creación de portafolios y manuales de marca operativos. Mejora en habilidades técnicas y organizacionales de los actores de las cadenas, mediante escuelas de campo, intercambio de experiencias y acompañamiento técnico para facilitar la adopción de buenas prácticas agrícolas y de manufactura. Inclusión social priorizando asociaciones lideradas por mujeres y víctimas del conflicto, integrando estos grupos en procesos técnico-empresariales, contribuyendo en tejido social y la gobernanza interna.		• Transferencia de tecnologías blandas: i) Manejo fitosanitario del cultivo de cacao y copoazú, así como técnicas de manejo de suelo y fertilización. ii) Estandarización de procesos de cosecha (podas, distancias, nivel de madurez), postcosecha y transformación (manejo de variables y procesos críticos) que mejoran la consistencia del producto y reducen el desperdicio de biomasa, aportando a la circularidad productiva. iii) Transformación y proceso de fermentación para obtener manteca de copoazú preservando los metabolitos de interés comercial. • Transferencia de conocimiento: i) Proyectos técnicos para migrar a energías híbridas (solar, biodigestores u otros) en plantas de transformación, apoyando la transición hacia sistemas de menor huella de carbono. ii) Incremento de capacidades en propiedad intelectual para la gestión de recursos biológicos y agrícolas. ii) Tecnologías de extracción emergentes, en aceites a partir de semillas. iv) Estándares de biocomercio ético y sellos de sostenibilidad.
Impactos generados	Creación de un ecosistema productivo donde la valorización de los ingredientes naturales actúa como un motor de desarrollo rural efectivo contra la deforestación, posicionando a Colombia como un referente en mercados de ingredientes bioactivos. Mejora de estándares de calidad que elevó la competitividad de ingredientes como copoazú y sacha inchi, y permite romper la fragmentación de cadenas de valor, al conectar a las comunidades rurales con clientes de talla mundial.	Indicadores del proyecto	• Más de 8.493 hectáreas bajo manejo sostenible por asociaciones acompañadas. • Adopción de prácticas sostenibles por parte de 636 personas que implica al menos 150 productores. • Elaboración de 3 manuales de buenas prácticas: copoazú, sacha inchi, canangucha, para gestionar el conocimiento en las comunidades. • 7 escuelas de campo ejecutadas con 151 productores formados y 104 horas de entrenamiento acumuladas.

Estudio de caso n.2 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías			
	Tránsito de una producción artesanal a una oferta estandarizada de aceites, mantecas y pulpas a partir de ingredientes amazónicos, alineada con las exigencias normativas de sectores cosmético y alimentario. Expansión de modelos bioeconómicos territoriales y consistencia técnica necesaria para acuerdos comerciales de alto valor.		
Éxitos	1. *Consolidación de la bioeconomía circular como alternativa a la deforestación,* transformando modelos productivos *de* alto impacto ambiental (como la ganadería extensiva y cultivos ilícitos), por el aprovechamiento sostenible de productos forestales no maderables, demostrando que la conservación del bioma amazónico es económicamente viable cuando se respalda con innovación y transferencia tecnológica. 2. *Estandarización de calidad para mercados de alto valor*, desde modelos artesanales hasta una oferta técnica competitiva, mediante la implementación de manuales de procesos y protocolos de trazabilidad para reducir la variabilidad del producto y asegurar una inserción confiable en cadenas de suministro formales de los sectores cosmético y alimentario. 3. *Avance en el reconocimiento de la cadena de frutales amazónicos* por parte de la sociedad colombiana impactando el consumo y formalmente ante el Ministerio de Agricultura y desarrollo rural (como eslabones de cultivo y producción), e incremento de unidades de transformación sofisticando tanto procesos como aumentando el área con acuerdos de conservación en la Amazonía. 4. *Fomento de la soberanía energética y eficiencia operativa en plantas comunitarias*, al estructurar soluciones en sistemas híbridos y renovables (solar y biomasa), como bases para eliminar la dependencia de combustibles fósiles de alto costo y generación de emisiones, contribuyendo a reducir la huella de carbono de la producción y los costos operativos, lo que permite el escalamiento productivo de las plantas de transformación local. 5. *Fortalecimiento de relaciones estratégicas entre asociaciones, ejecutor y empresas transformadoras finales* (clientes) como Natura Cosméticos, BioIngred Tech y el Kew Royal Botanical Garden, creando mecanismos de cooperación técnica, transferencia de conocimiento y oportunidades de mercado B2B que antes no existían en la región. 6. *Elevado nivel de implementación efectiva y apropiación de conocimientos,* verificado en los procesos de seguimiento a beneficiarios y evaluación de resultados en campo con asociaciones, respecto a manejo sostenible en las cadenas de los 3 ingredientes amazónicos.		
Limitaciones o fracasos	▪ *Poca confianza inicial por parte de productores locales,* debido a la multiplicidad de entidades que brindan atención efímera o poca profundización en componentes técnicos o sin enfoque en construir y aprendizaje mediante transferencia ajustada a la cultura y cada territorio. ▪ La *resistencia al cambio hacia nuevos procesos y técnicas productivas* genera retos tanto desde la planificación de las acciones de transferencia de conocimiento y tecnologías, como en el diseño de estrategias para que los resultados se amplifiquen y tengan duración a largo plazo. ▪ *Capacidades técnicas y organizacionales limitadas*, tanto en productores rurales como en organizaciones de base, pues se denotaron procesos de capacitación, asistencia y transferencia prolongados o con efectos moderados inicialmente en algunos beneficiarios, que requieren del diseño y previsión de acciones hacia una mejor apropiación.		

Estudio de caso n.2 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías			
Lecciones aprendidas	El *fortalecimiento de la autonomía empresarial y marca local* más allá de lo técnico se posibilita a través de preparación en modelos de negocio y portafolios comerciales sólidos, para que los productores tengan un mejor desempeño ante inversionistas y clientes, mejorando su capacidad de negociación, su identidad en el mercado y su autonomía para gestionar alianzas comerciales de largo plazo *Las estrategias de aprovechamiento sostenible se viabilizan mediante la demostración de efectos económicos positivos* en los productores, al diversificar el portafolio comercial de las asociaciones, optimizar la eficiencia operativa y acceder a nuevos clientes de alto perfil con precios justos. Los procesos de *innovación en bioeconomía circular y valorización de residuos* promueven una cultura de aprovechamiento integral del recurso biológico en las comunidades, quienes pueden cambiar de una lógica de extracción simple a una de circularidad productiva, explorando la transformación de residuos agroindustriales en nuevos bioproductos. *La construcción participativa de hojas de ruta en bioeconomía* con las entidades locales y comunidades rurales genera mayor empoderamiento, apropiación y potencial de implementación que trascienda el corto plazo, así como el realizar apoyo directo en estructuración de proyectos colaborativa para la búsqueda de financiación. La estrategia de *formación y comunicación continua entre todos los eslabones de la cadena de valor*, es una acción que facilita el éxito en la mejora de la calidad de los bioproductos ofrecidos.		
Fuentes de información	▪ Marco lógico de proyecto reconstruido con entidad ejecutora. ▪ Entrevista semi-estructurada líder de proyecto. **Agradecimiento:** Coordinadora de proyecto: Juliana Cardona Jaramillo, Investigadora Principal Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – experta en bioprospección.	Para saber más	https://sinchi.org.co/empoderamiento-de-la-cadena-de-valor-de-ingredientes-naturales-amazonica https://sinchi.org.co/galeria-videos-ukpact

Estudio de caso n.3 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías					
Título del proyecto	GiroZero: Impulsando el sector del transporte de mercancías por carretera en Colombia hacia las cero emisiones			Periodo de ejecución:	42 meses Fecha inicio: marzo 2021 Fecha finalización: septiembre 2024
Sector y Subsector	1. Sector: Transporte 2. Subsectores: Transporte de carga, Planificación del sector, Movilidad eléctrica	Ubicación geográfica	Bolívar, Antioquia, Valle y Bogotá D.C.	Financiador	UKPact (programa Partnering for Accelerated Climate Transitions) International Climate Finance (ICF) del Reino Unido
Entidades participantes	1. Ejecutor: Universidad de los Andes, con apoyo de la Universidad de Cardiff 2. Entidades receptoras: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia-ANDI, Departamento Nacional de Planeación -DNP, Ministerio de Transporte			Monto (USD)	1.463.404

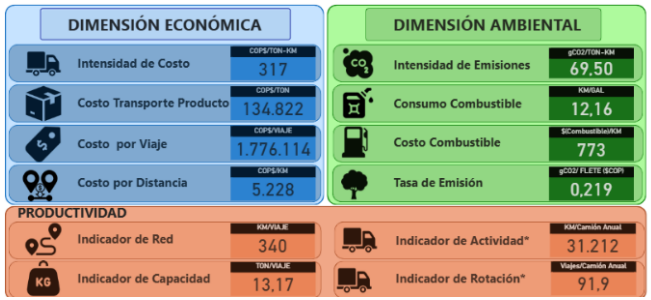
<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.3 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Quién se beneficia</td><td rowspan="3">1. Entidades públicas y gremiales del sector transporte, al contar con un roadmap para la evolución sectorial hacia tecnologías en mitigación viables en el contexto nacional, con insumos en desarrollo de política pública en dirección hacia la eficiencia energética y movilidad eléctrica.
2. Empresas y actores de transporte de carga, con evidencia de resultados entre diferentes tecnologías (renovables y no renovables) para la toma de decisiones frente al recambio o evolución técnico-tecnológica de su flota, avanzando en productividad y competitividad.
3. La academia, al constituirse tanto en un conector entre actores como en generador de conocimiento aplicado, en un rol imparcial, y proyectar horizontes cero emisiones con insumos para avanzar en normatividad, política pública y tecnología.
4. La sociedad colombiana, quien se beneficiará de una mejor calidad de aire y fomento hacia tecnologías sectoriales en transporte que potencien la reducción de emisiones y la sostenibilidad.</td><td>Mecanismo de apoyo</td><td>Donación</td></tr>
<tr><td>Tipo de apoyo</td><td>Mitigación</td></tr>
<tr><td>Etapa de apoyo</td><td>Desarrollo tecnológico y demostración (experimentación, desarrollo y pruebas)</td></tr>
<tr><td>Contexto general y climático</td><td colspan="3">El sector del transporte colombiano contribuye significativamente al total de emisiones del país, donde según el Informe del Inventario Nacional de GEI de Colombia (2016), el transporte representa el 12 % de las emisiones de GEI del país (CO_2, CH_4, N_2O), la mitad de las cuales provienen de camiones y autobuses pesados. Excluyendo los autobuses, el transporte de mercancías como carga por carretera, contribuye aproximadamente con el 4,61% de las emisiones de CO_2 en Colombia y el 42 % del sector del transporte del país. Dado que la flota de vehículos crece entre un 3% y un 5% anual, las emisiones aumentan con esta dinámica económica. Alrededor del 50% de los vehículos tienen más de 20 años de antigüedad y corresponden a tecnologías de combustible pre-euro.

En Colombia no existe un modelo de transporte automotor de carga más sostenible, que permita priorizar bajo datos de intensidad de uso de corredores nacionales y renovación de flota, así como la demanda de energía eléctrica en términos de probable ubicación de estaciones, cantidad de cargadores y tramos priorizados. Es por ello que establecer la infraestructura de carga para camiones eléctricos es un componente relevante para alcanzar una hoja de ruta hacia la meta de cero emisiones del sector, en aras de contribuir a las metas nacionales y a los compromisos internacionales de reducción de emisiones en 2030 y carbono neutralidad en 2050.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">El proyecto abarcó cinco dimensiones enfocadas en que el subsector Transporte por carretera avance hacia un horizonte de cero emisiones así: i) Mejora en configuración y gestión de la flota, ii) Optimización de la logística, iii) Prácticas de conducción eficiente, iv) Organización del subsector del transporte por carretera, y v) Regulación y políticas públicas.

GiroZero propone conectar a diferentes actores de los sectores público, privado y académico con el fin de reducir las emisiones de la industria del transporte de mercancías por carretera, al crear una red de instituciones y organizaciones con capacidades mejoradas y herramientas suficientes para tomar decisiones que conduzcan a los objetivos del Acuerdo de París. Mediante policy briefs (priorización corredores para movilidad eléctrica y tecnologías aplicadas), pilotos (eficiencia y emisiones de diésel y gas) y pruebas (validación técnica y normativa(, sistemas de modelación/control</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.3 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">elaborados en el marco del proyecto (tecnologías, indicadores); busca constituirse en referente de consulta por entidades estatales, empresas del sector del transporte y generadores de mercancías, entre otros, para facilitar la toma de decisiones basada en pruebas y conocimientos.</td></tr>
<tr><td>Objetivo y metas esperadas</td><td>Elaborar la hoja de ruta para alcanzar los objetivos nacionales de emisiones de CO_2 para el transporte de mercancías por carretera, impulsando la adopción de tecnologías de bajas y/o cero emisiones, y las mejores prácticas medioambientales en Colombia, en pro de ir reduciendo de manera progresiva las emisiones del subsector.</td><td>Tecnología involucrada</td><td>Eficiencia energética/control de emisiones en transporte de carretera, Infraestructura para carga en movilidad eléctrica, modelación matemática y simulación de escenarios</td></tr>
<tr><td>Resultados obtenidos</td><td>▪ Formación de una red de trabajo del subsector Transporte de carga, integrada por más de 30 empresas, 9 entidades públicas, con más de 1.000 miembros de 50 ciudades y municipios colombianos, en torno a la transición energética.
▪ Generación de recomendaciones técnicas en logística, volumen y tecnología, así como herramienta para simulación que aumentan la información de indicadores por uso de diferentes tecnologías de transporte y estrategias de gestión.
▪ Emisión de documentos de política y recomendaciones: i) Desarrollo de infraestructura de carga para camiones eléctricos, ii) Hoja de ruta para el ascenso tecnológico del sector, iii) Descarbonización transporte automotor, iv) Camino hacia cero emisiones.
▪ Bases de datos mejoradas y análisis de datos desarrollado para el subsector con indicadores clave: i) entre 2019-2024, Colombia ha logrado reducir las emisiones del transporte de mercancías por carretera de 6.637.475 toneladas de CO2 en 2019 a 6.240.365 toneladas de CO2 en 2023, ii) La intensidad de las emisiones se ha reducido de 75,7 a 68 gr de CO2 por tonelada-Km entre 2019 y 2023.</td><td rowspan="2">Estatus tecnología y khow how generados</td><td rowspan="2">• Pilotos
i) Evaluación y demostración de emisiones emitidas y eficiencia energética entre tecnologías diésel, eléctrica y gas, así como rendimiento en cadena logística empresarial por camiones eléctricos.
ii) Validaciones tecnológicas que compararon tecnologías eficientes en el consumo de combustible de vehículos de carga (utilizada para validar ahorros energéticos mediante pruebas en ruta norma chilena NCh3331).

• Herramientas digitales
Desarrollo de caja de herramientas en línea con acceso libre para la visualización, y proyección de indicadores ambientales, económicos y de productividad del sector de transporte de carga, con tablero de indicadores. Así como simulación para empresas de renovación de flota para la toma de decisiones y para el sistema de tecnologías para reducir huella de carbono.


</td></tr>
<tr><td>Beneficios</td><td>Incremento de la capacidad de gestión colaborativa interinstitucional para generar análisis, planeación, estrategias y acciones para el sector transporte de carga hacia la mitigación de emisiones por mejoras tecnológicas.</td></tr>
</table>

Estudio de caso n.3 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías			
	Definición de iniciativas específicas de descarbonización del sector que balancean la mejora en indicadores en sostenibilidad, con productividad y seguridad. Demostración de tecnologías para la mejora del rendimiento por kilómetro, optimización técnica y buenas prácticas para que el sector productivo de Transporte replique y avance en descarbonización.		• Generación de conocimiento: i)Hoja de ruta que contiene datos sectoriales, escenarios por cambios tecnológicos en vehículos, simulaciones (eficiencia, optimización operación, eco-conducción, mejoras aerodinámicas) para alcanzar el horizonte de cero emisiones en el sector transporte de carretera ii) Documentos con recomendaciones de política pública para descarbonización, carbono neutralidad, infraestructura de carga eléctrica, entre otros.
Impactos generados	Incremento del uso y volumen de datos del sector del transporte de mercancías por carretera (costos por viaje/transporte, intensidad y tasas de emisiones, costo y consumo de combustible, capacidad por viaje, rotación viajes, otros), lo que mejora la toma de decisiones de las partes interesadas. Implementación de diferentes estrategias para reducir las emisiones por parte de transportistas, propietarios de camiones y conductores em Colombia: selección de camiones más grandes y eficientes, renovación de la flota hacia tecnologías Euro 6, aumento de las toneladas por viaje, optimización de la capacidad de carga/camión y reducción de la distancia recorrida mediante la planificación logística. Contribución en planeación sectorial con amplio número de recomendaciones en evolución de tecnologías, renovación flota, optimización de operación y conducción, definición de infraestructura para movilidad eléctrica, entre otros.	Indicadores del proyecto	• 130 empresas o instituciones con conocimientos transferidos y capacitación a más de 2.080 personas. • 7 policy briefs y 11 publicaciones de análisis con recomendaciones en descarbonización, hoja de ruta mejora tecnológica, diagnóstico, otros. • 4 pilotos implementados para el entendimiento y demostración de 9 tecnologías disponibles: comparación rendimiento y emisiones en transporte carga a gas, diésel, eléctricos • Implementación de las 2 primeras validaciones tecnológicas de transporte de mercancías por carretera según el protocolo internacional (Norma Chilena NCh 3331 basada en la Norma SAE J1321) en Colombia, como demostrativo de diferentes tecnologías de combustible. • +1.000 conductores o empleados realizaron el curso 'Smart Driver' sobre conducción ecológica o participaron en los cursos cortos de GiroZero. • Incremento en capacidades en conducción eficiente para transportadores de carga, donde el programa SmartDriver aumentó su indicador de 100 conductores inscritos con tasa de certificación del 20 % en 2021, a +1.000 inscritos con una tasa de certificación del 40 % en año 2023, y promedio de reducción de consumo de combustible de 10-12%; el 10 % de quienes completaron el curso fueron mujeres.
Éxitos	7. *Claridad en hoja de ruta tecnológica,* desde la necesidad de renovación de la flota vehicular nacional, avance hacia tecnologías Euro5 y 6 en siguientes 10 años, y continuidad con vehículos eléctricos e hidrógeno para llegar a carbono neutralidad hacia año 2042, según la modelación. 8. *Generación de visión de largo plazo,* a través del planteamiento de una línea de base en indicadores, marco y normativas, para alcanzar horizonte de descarbonización en Transporte de carretera 2050, con amplio número de recomendaciones de evolución de tecnologías, operación, prácticas y políticas, que incluyen escenarios potenciales como guía de actuación.		

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.3 - apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">9. Aporte en planificación en transporte de carretera, derivado de análisis de contexto y data que arrojan las simulaciones, que facilita la generación de hoja de ruta con hitos, la mejora en tecnologías en camiones diésel, hidrógeno y eléctricos, la infraestructura de carga para movilidad eléctrica y proyección en mitigación de emisiones.
10. Horizonte de competitividad para el sector productivo y cadena logística, mediante la cuantificación de indicadores actuales y brechas hacia mejora de aspectos como viajes vacíos, capacidad de carga, productividad en conducción, eficiencia energética en viajes y consumos.
11. Intercambio internacional y potencial de alianzas, con sector académico y productivo de Chile, Argentina, empresas en Panamá, , para evaluación de tecnologías, así como Red técnica en sector transporte de la Universidad de Cambridge; ubicando a Colombia en el mapa de expertos a nivel mundial mediante la iniciativa Giro Zero.</td></tr>
<tr><td>Limitaciones o fracasos</td><td colspan="3">▪ Moderado apoyo con visión de largo plazo a la academia por parte de actores públicos, lo que limita la trascendencia y aplicación de gran envergadura de las recomendaciones e hitos de la hoja de ruta.
▪ Alta rotación y bajo número de personal en entidades públicas, para hacer aprovechamiento continuo de la información emitida y herramientas, así como capacidades técnicas de algunos actores locales para adaptar las herramientas digitales y recomendaciones de hoja de ruta.
▪ Expansión en el uso de herramientas digitales mediante mayor difusión, pues actores fuera de la red conformada para el proyecto, no conocen de resultados o mecanismos de simulación e indicadores para planificar aspectos técnicos y ambientales de su flota vehicular.
▪ Recurso financiero limitado para avanzar en la guía e implementación de la hoja de ruta y avance en el ciclo tecnológico de las tecnologías evaluadas o validadas, para un proceso de transferencia y adoptación por parte el ecosistema nacional.</td></tr>
<tr><td>Lecciones aprendidas</td><td colspan="3">El trabajo conjunto del sector productivo y la academia permite que los pilotos emitan resultados en condiciones reales y tengan un efecto demostrativo para empresas del sector que apoye la toma de decisión de renovación tecnológica.
Construcción, dinamización y continuidad a la red de trabajo, entre actores de la academia, gremios, empresas y entidades públicas, que se demuestra con el mantenimiento de las herramientas digitales, participación en eventos sectoriales y capacitaciones, y ampliación de policy briefs, una vez finalizó el proyecto.
Estimular a empresas de transporte de carga para que se interesen en transición energética, energías renovables y tecnologías, combinando criterios tecnológicos y económicos, es una fórmula ganadora para se detonen los cambios de mentalidad y en implementación para el sector.
Apoyo de la entidad financiadora y con actores académicas internacionales, que permitió referenciamiento técnico, mantener foco de trabajo cuando un proyecto tiene múltiples aristas y entregables, así como uso de buenas prácticas compartidas en desarrollo de metodologías y procesos de gestión.</td></tr>
<tr><td>Fuentes de información</td><td>▪ https://girozero.uniandes.edu.co/
▪ https://girozero.uniandes.edu.co/en/node/76
▪ Marco lógico de proyecto reconstruido con entidad ejecutora
▪ Entrevista semi-estructurada a líder de proyecto
Agradecimiento: Líder de proyecto: Gordon Wilmsmeier, Líder Cátedra Kühne de Logística en la Facultad de Administración Universidad de los Andes y director del Centro Hapag-Lloyd Centre for Shipping and Global Logistics</td><td>Para saber más</td><td>https://girozero.uniandes.edu.co/en

https://www.youtube.com/watch?v=klSVk7wrV3g

https://girozero.uniandes.edu.co/policy-briefs-road-maps/</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="6">Estudio de caso n.4 – apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td>Título del proyecto</td><td colspan="3">Apoyo a la transición energética en Colombia: Energía flexible para el futuro, integración del almacenamiento en el sistema eléctrico colombiano</td><td>Periodo de ejecución:</td><td>11 meses
Fecha inicio: junio 2024
Fecha finalización: mayo 2025</td></tr>
<tr><td>Sector y Subsector</td><td colspan="2">1. Sector: Minas y Energía
2. Subsectores: Planificación de la gestión del cambio climático en el sector, y Generación de energía</td><td>Ubicación geográfica: Ámbito nacional</td><td>Financiador</td><td>Banco Interamericano de Desarrollo -BID a través de Fondos de Inversión en el Clima (CIF) y fondos de UKSIP (apoyo del Reino Unido a la transición energética de Colombia)</td></tr>
<tr><td>Entidades participantes</td><td colspan="3">1. Ejecutor: Banco Interamericano de Desarrollo -BID, División Energía
2. Coordinación Técnica: Interconexión Eléctrica S.A -ISA Colombia
3. Firma consultora especialista PSR Energy</td><td>Monto (USD)</td><td>72.908</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Quién se beneficia</td><td colspan="3" rowspan="3">1. Hacedores de políticas y reguladores: Ministerio de Minas y Energía, Departamento Nacional de Planeación y la Comisión de regulación de Energía y Gas-CREG, al hacer uso de las recomendaciones técnico-tecnológicas para modernizar el mercado y asegurar la eficiencia económica.
2. Operador del Sistema XM y Unidad de Planeación Minero Energética-UPME: quienes podrán hacer uso de la información en toma de decisiones mediante herramientas cuantitativas para la expansión eficiente de la red.
3. Inversionistas (banca) y desarrolladores de negocios: Claridad sobre modelos de negocio y señales de rentabilidad.
4. Usuarios finales: con la reducción de la demanda no atendida y mayor estabilidad en el servicio, cuyo beneficio es tangible si bien indirecto.
5. Sistema eléctrico nacional: mejora en la confiabilidad, seguridad y flexibilidad operativa.</td><td>Mecanismo de apoyo</td><td>Donación</td></tr>
<tr><td>Tipo de apoyo</td><td>Mitigación</td></tr>
<tr><td>Etapa del apoyo</td><td>Investigación, estudios y generación de conocimiento</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.4 – apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td>Contexto general y climático</td><td colspan="3">Colombia atraviesa una transformación energética para diversificar su matriz con fuentes no convencionales de energía renovable, donde hay un gran potencial de energía eólica y solar en el Caribe colombiano, y las velocidades de viento e irradiación solar son muy constantes y de alto potencial en comparación con otros lugares del mundo. La meta de la Unidad de Planeación Minero-Energética nacional (UPME) es que para el año 2037 estas fuentes representen el 25% de la capacidad instalada (+13.000 MW), principalmente de tipo eólica y solar en la región Caribe. No obstante, la variabilidad climática y la naturaleza asíncrona de estas fuentes generan retos de estabilidad de tensión y frecuencia, estabilidad, suficiencia y seguridad del servicio.

Las nuevas tecnologías de generación de energía, plantean desafíos operativos al reemplazar o hibridarse con la generación sincrónica convencional, es por ello que se decidió estudiar en detalle el potencial del almacenamiento de energía para solucionar estas restricciones y atender las necesidades futuras de la operación de los sistemas eléctricos, mediante el desarrollo de metodologías necesarias para identificar el aporte del almacenamiento a la solución de los problemas de la red, el incremento de la flexibilidad y aumento de la eficiencia económica del mercado, así como para definir y cuantificar el beneficio que el almacenamiento de energía puede proveer a retos nacionales como la expansión de la red eléctrica y dificultades ambientales y prediales crecientes.</td></tr>
<tr><td>Resumen ejecutivo</td><td colspan="3">El estudio evalúa la viabilidad técnico-económica de los sistemas de almacenamiento de energía como recurso estratégico para la transición energética en Colombia. Mediante análisis cualitativos de experiencias internacionales y modelos cuantitativos de optimización, el informe identifica que el almacenamiento puede prestar servicios de arbitraje energético, regulación de frecuencia y alivio de congestiones. En este escenario, el almacenamiento de energía mediante baterías (BESS), surge como una tecnología esencial para gestionar la variabilidad climática, fortalecer la confiabilidad de la red y permitir el desplazamiento de excedentes de energía renovable en el tiempo.

Se establece una metodología técnico-económica para identificar soluciones basadas en BESS que sean técnica y financieramente viables ante la banca de inversión y las autoridades del sector. También se hace aplicación de herramientas de optimización para el dimensionamiento de activos y el diseño de mecanismos de remuneración que permitan a las baterías prestar servicios multifuncionales, tales como el arbitraje energético, la regulación de frecuencia y el alivio de congestiones en la transmisión. El análisis destaca la necesidad de superar barreras regulatorias y financieras mediante estrategias de financiación innovadoras, la creación de marcos normativos que garanticen la previsibilidad de ingresos y los modelos de negocio robustos. Se concluye que hacia el año 2034, diversos proyectos de baterías alcanzarían rentabilidades positivas, recomendando un dimensionamiento óptimo inicial de 900 MW en nodos estratégicos.</td></tr>
<tr><td>Objetivos y metas esperadas</td><td>1. Diseñar y aplicar una metodología de evaluación técnico – económica de identificación de soluciones a necesidades actuales y futuras del sistema eléctrico colombiano basadas en Sistemas de almacenamiento de energía con baterías - BESS, de tal manera que esta pueda ser sustentada ante las autoridades del sector eléctrico y ante la banca de inversión.
2. Diseñar y proponer modelos de negocio que sirvan de sustento para el apalancamiento financiero de los proyectos de almacenamiento con baterías.</td><td>Tecnologías involucradas</td><td>1. Battery Energy Storage Systems (BESS): Sistemas de almacenamiento de energía con baterías principalmente de litio, bajo dimensionamiento y configuraciones analizadas: baterías con duraciones de 1, 2 y 4 horas para aplicaciones de corta duración.
2. Software de modelado: Uso de modelos de optimización (como RESOLVE y SERVM en comparativas internacionales) para dimensionamiento y despacho.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.4 – apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td>Resultados obtenidos</td><td>▪ Análisis de dimensionamiento óptimo bajo una perspectiva de planeación centralizada, donde se dimensionó que se requiere una capacidad agregada de 900 MW para minimizar los costos totales del sistema nacional.
▪ Caracterización de requerimientos técnicos mínimos (niveles de madurez tecnológica-TRL elevados) y estándares internacionales de seguridad y desempeño que deben cumplir los proyectos de almacenamiento.
▪ Modelos de negocio definidos con flujo predecible en el tiempo, para facilitar el financiamiento y el desarrollo de política pública y regulatoria.
▪ Desarrollo de una metodología para cuantificar los beneficios sistémicos de las baterías: reducción de costos operativos del sistema, la mejora en la confiabilidad y la disminución de emisiones de CO2.
▪ Identificación de nodos específicos en la red eléctrica colombiana donde la instalación de baterías generaría el mayor impacto positivo, que coinciden con áreas de alta penetración eólica y solar (Caribe) o con puntos de saturación en la red de transmisión nacional (zona centro del país).</td><td rowspan="2">Estatus tecnología y khow how generados</td><td rowspan="2">• Generación de conocimiento:

i) Know-how ampliado de plantas híbridas, para integrar BESS en centrales hidroeléctricas, térmicas y renovables existentes, optimizando los arranques, paradas y el cumplimiento de contratos.
ii) Modelo de "señales de precios horarios nodales" para identificar oportunidades de arbitraje (almacenamiento y aporte al sistema de energía nacional); utilizar el costo marginal de operación por nodo para identificar oportunidades de inversión, permitiendo una ubicación espacialmente eficiente de los activos, y una matriz multicriterio para clasificar aplicaciones.
iii) Almacenamiento detrás del contador (BTM): evolución de recursos distribuidos que permiten al usuario final participar activamente en la regulación, como novedad tecnológica aún poco explorada en el país.
iv) Modelado de optimización centralizada: El uso de modelos como RESOLVE y SERVM (referenciados internacionalmente) permite transitar de una planeación estática a una dinámica que considera la variabilidad horaria de las renovables.</td></tr>
<tr><td>Beneficios</td><td>Maduración del ciclo de planificación y modelado mediante herramientas cuantitativas que elevan el estándar de la planeación energética en Colombia, incluyendo modelos dinámicos de almacenamiento de energía.

Desarrollo de conocimiento e innovación en sistemas de almacenamiento, con metodologías avanzadas de dimensionamiento, modelado de degradación de celdas y gestión de ciclos de vida de las baterías.

Reducción de costos operativos del sistema mediante el desplazamiento de energía de horas de bajo costo a horas pico (cargar las baterías cuando la energía es barata y descargarla cuando es costosa), que se trasladan a la tarifa del consumidor.

Suministro confiable de energía, prevención de la demanda no atendida y cambios de frecuencia en el suministro, que afectan al aparato productivo y hogares.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.4 – apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías</th></tr>
<tr><td></td><td>A largo plazo, facilitar una transición hacia una matriz energética más limpia al permitir una mayor penetración de energías limpias sin comprometer la estabilidad operativa.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Impactos generados</td><td>Transferencia de conocimiento necesario para que el regulador y las empresas entiendan cómo el almacenamiento de energía puede prestar múltiples servicios (arbitraje, regulación de frecuencia y reserva) simultáneamente, maximizando la eficiencia del activo.

Aporte en planeación operativa del sistema nacional de energía, donde las baterías actúan como amortiguador tecnológico frente a la intermitencia de la energía solar y eólica, y en planeación de infraestructura reduciendo inversiones costosas en líneas de transmisión y transformación.

Aceleración de la acción climática potencializando la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, al viabilizar el desplazamiento de generación térmica fósil por energía renovable almacenada.

Mejora en resiliencia regional, donde el futuro uso de baterías se constituirá en respaldo preventivo para evitar apagones locales, y aportar soluciones a la congestión del sistema energético, tanto en transmisión como en distribución.</td><td>Indicadores del proyecto</td><td>Ratio de beneficio-costo mayor a 1, demostrando la rentabilidad de los proyectos.
Para el año 2030 la incorporación de un portafolio optimizado de baterías podría reducir los costos operativos del sistema en 1 a 1.5 millones de USD anuales por cada proyecto de escala media.
Se estiman ciclos de vida de entre 3.000 y 7.000 ciclos, lo que equivale a una duración operativa de 14 a 20 años para baterías de 4-5 horas (con 1 ciclo por día).
Demostración de la incorporación de baterías como la herramienta técnica que permitirá a Colombia pasar de una matriz dependiente de térmicas a una donde el 25% de la energía sea de bajas emisiones para la próxima década.</td></tr>
<tr><td>Éxitos</td><td colspan="3">1. Generación de conocimiento técnico el almacenamiento de energía para utilizar baterías como servicio habilitador de sistemas renovables, mediante la regulación de variabilidad en la red, en lugar de construir nuevas líneas de transmisión o subestaciones, lo que implica en reducir los costos.
2. Evolución de paradigma desde una planeación estática a una dinámica, que considera la variabilidad horaria de las fuentes renovables y el incremento de la demanda, mediante uso de modelos de software.
3. Identificación geográfica estratégica de los nodos de la red eléctrica nacional y su dimensión, como la región Caribe y zonas de alta restricción, pues el análisis logró localizar con precisión dónde las baterías generan el mayor beneficio al sistema, aportando significativamente a la planeación de la expansión.
4. Enfoque en fortalecimiento de la infraestructura de calidad y estándares, pues el tipo de estas tecnologías obliga a la actualización de normas técnicas y protocolos de seguridad específicos en el país, lo que a su vez genera un entorno propicio para la investigación aplicada y desarrollo tecnológico, en comportamiento de químicos de almacenamiento y la futura economía circular (segunda vida de las baterías), cerrando el ciclo de innovación desde la investigación hasta el mercado.</td></tr>
</table>

Estudio de caso n.4 – apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías			
	5. *Incentivo a la creación de startups* y servicios enfocados en algoritmos de optimización y software de gestión energética, introduciendo el concepto de 'apilamiento de servicios' (value stacking), al demostrar cómo una batería puede alternar entre funciones técnicas (regulación de frecuencia) y comerciales (arbitraje). 6. *Transferencia de conocimiento en gestión de riesgos y bancabilidad*, identificando que uno de los mayores aportes a la aplicación de la tecnología en Colombia, es la reducción de la prima de novedad' para su financiación, a través de modelos de ingresos y protocolos de due diligence. 7. Adjudicación paralela al estudio, del primer proyecto nacional que incluye almacenamiento de energía como un activo en servicios de red, en el marco de un proyecto de transmisión (subasta de Barranquilla-Canadian Solar).		
Limitaciones	▪ *Rigidez del marco regulatorio actual*, pues falta de una categoría clara para el almacenamiento con todas sus capacidades de remuneración simultánea, que permita determinar si se trata de generación, transmisión o demanda, lo que puede obstaculizar el desarrollo de proyectos o mecanismos de regulación experimental. ▪ *Evolución lenta del marco pertinente para la entrada de proyectos*, que abarca requisitos ambientales, sociales, económicos y técnicos. ▪ El estudio identifica dónde deberían ubicarse las baterías, pero se requiere mayor desarrollo y propuestas para solucionar los largos tiempos de trámites de conexión y licencias ambientales que enfrentan los desarrolladores en Colombia, lo que puede retrasar los beneficios sociales y técnicos, años más de lo proyectado. ▪ *Dependencia de ingresos únicos* pues la regulación actual dificulta el 'stacking de ingresos', es decir combinar múltiples servicios para ser rentables, lo que puede limitar el desarrollo de proyectos en almacenamiento de energía. ▪ *La percepción de novedad* que implica cierta incertidumbre para los financiadores o banca comercial nacional podría elevar el costo del financiamiento de proyectos, por eso se requiere el apoyo mediante mecanismos alternativos como el concesional, asociación, subsidios u otros.		
Lecciones aprendidas	El estudio demuestra que, sin almacenamiento, el costo operativo del sistema energético aumenta debido a las restricciones de red y por ende, alcanzar metas de descarbonización solo instalando paneles solares y aerogeneradores no es factible, si no se acompaña de baterías que otorguen la flexibilidad necesaria para que la matriz sea realmente renovable y confiable. Visión del almacenamiento de energía como una herramienta de expansión de la transmisión, que evita grandes obras civiles y conflictos socioambientales por nuevas líneas. Avanzar hacia el uso de mecanismos de regulación experimental (sandboxes) para validar modelos de negocio antes de su despliegue masivo, en aras de facilitar que el know-how generado por los primeros proyectos se convierta en la base normativa para el resto del sector. Pertinencia del almacenamiento como punto clave en la diversificación y avance en participación de fuentes renovables en la matriz energética. Conveniencia de acelerar la implementación de proyectos piloto a corto y mediano plazo, para validar los múltiples servicios simultáneos (regulación de frecuencia, reserva y arbitraje), la maximización de la eficiencia técnica y el retorno de inversión; lo que permitirá que tecnología sea pruebe como competitiva frente a fuentes fósiles. Para lograr atraer la inversión necesaria no basta con tener la necesidad técnica, sino que se requiere que el ente regulador defina reglas claras de remuneración a largo plazo.		
Fuentes de información	▪ Estudio publicado. ▪ Marco lógico del proyecto partir de términos de referencia. ▪ Entrevista semi-estructurada especialista de proyecto. **Agradecimiento:** Alejandro Páramo, especialista BID División de Energía, oficina Bogotá-Colombia.	Para saber más	https://publications.iadb.org/es/energia-flexible-para-el-futuro-integracion-del-almacenamiento-en-el-sistema-electrico-colombiano

5.8. Información sobre el apoyo para el fomento de la capacidad requerido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 11 del Acuerdo de París (MPG 139 y 140 (formato tabular))

5.8.1. Análisis transversal necesidades identificadas en materia de fomento de la capacidad

El proceso de recolección de información de necesidades y soluciones propuestas se efectuó nacionalmente durante el año 2025 acorde con la metodología desarrollada (numeral 1.3.2.4). Se identificaron un total de 36 necesidades específicas donde al analizar su contenido, emergen algunas brechas que se reiteran en distintos sectores, tales como: fortalecimiento institucional, capacidades humanas y técnicas, los sistemas de información, monitoreo e interoperabilidad y la planificación climática sectorial y territorial.

Dado que el fortalecimiento de capacidades constituye un elemento fundamental para avanzar en la implementación efectiva de la acción climática, el fortalecimiento de las capacidades técnicas, institucionales y sistémicas permiten a los países y sectores mejorar su habilidad para diseñar, implementar, monitorear y evaluar políticas, programas y proyectos orientados a la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus impactos.

En el ámbito de creación y fortalecimiento de capacidades relacionadas con el cambio climático en Colombia se ha avanzado progresivamente, no obstante, el país enfrenta algunas brechas para la implementación de las medidas de adaptación y mitigación que responden a necesidades específicas en fomento de la capacidad.

Con el fin de identificar las necesidades nacionales se realizó una consulta a entidades del orden nacional siguiendo la Metodología para su identificación. En el proceso consultivo participaron 18 entidades nacionales de tipo institucional público, donde como resultado se obtuvo una muestra que evidencia el apoyo que requiere el país para el fomento de la capacidad, donde se resalta que se hace referencia solo a las necesidades reportadas, más no a todas las existentes.

Desde los tres ***niveles de aplicación*** del fomento de capacidad definidos (sistémico, institucional e individual), es predominante el requerimiento de fortalecimiento de capacidades a nivel institucional (88,9 %), y en menor medida para el nivel individual (5,6 %) y sistémico (5,6 %) como se muestra en la siguiente

Figura. Esta distribución indica que en el país existe una debilidad significativa y transversal a todos los sectores en el fortalecimiento de las capacidades organizacionales de las instituciones responsables de la acción climática.

Por otra parte, el bajo reporte de necesidades a nivel individual y sistémico sugiere que tienen menor consideración por parte de los actores institucionales fuente de información, no obstante, aún existe una oportunidad para fortalecer la formación y educación de personas, así como los marcos normativos, mecanismos de gobernanza climática y sistemas de coordinación intersectorial que permitan escalar la acción climática.

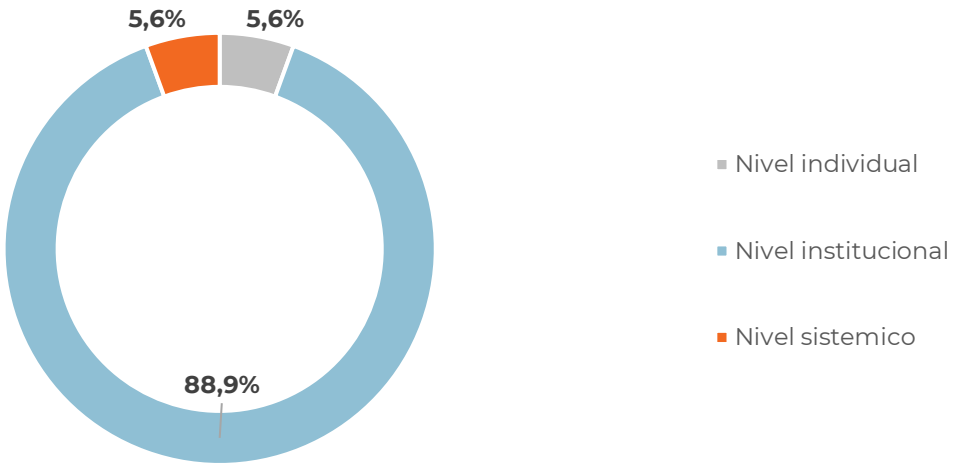


Figura 5-42. Distribución de necesidades en Fomento de capacidad según niveles de aplicación

Fuente. Elaboración propia

Al analizar las necesidades en función de las ***esferas o temas centrales*** del fomento de capacidad establecidos por la CMNUCC, se evidencia que prevalece el tema de Fomento de la capacidad para la puesta en práctica de medidas de adaptación (31 %), seguido por temas como Fomento de la capacidad institucional (17 %), Inventarios de los gases de efecto invernadero (14 %), Estudios de la vulnerabilidad y de la adaptación (11 %), y Educación, capacitación y sensibilización del público (11 %). En menor medida se presentan requerimientos en materia de Información y trabajo en redes, Investigación y observación sistemática, así como en Fortalecimiento y/o creación de un entorno propicio. A continuación, en la figura se muestra la distribución de los temas identificados en las necesidades del fomento de la capacidad.

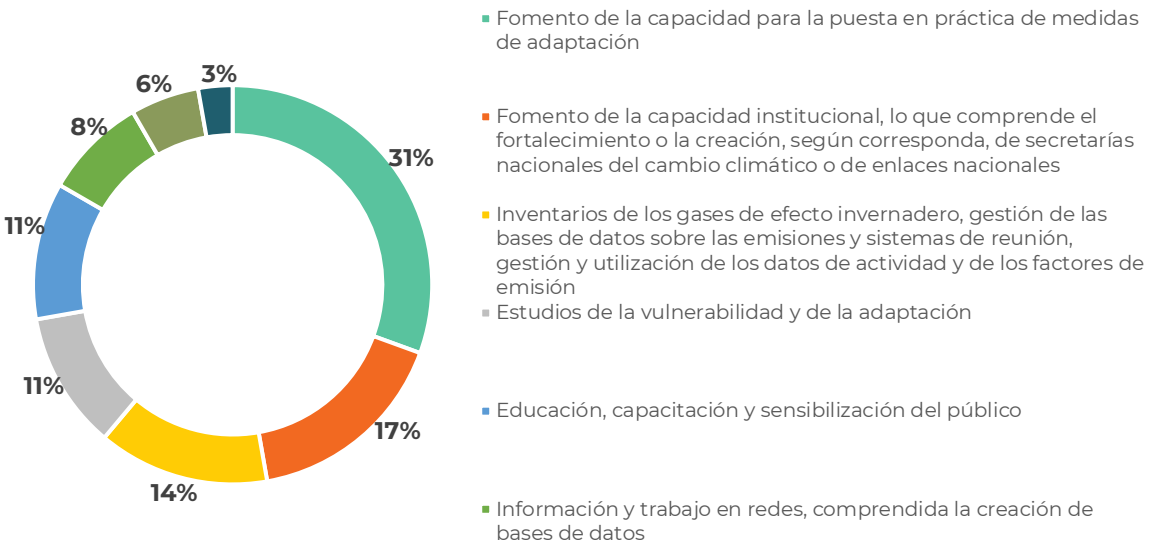


Figura 5-43. Distribución de temas en las necesidades de Fomento de capacidad

Fuente. Elaboración propia

Estos resultados reflejan la creciente prioridad que tiene la adaptación frente a los impactos del cambio climático, especialmente en contextos donde los eventos climáticos extremos, la variabilidad climática y los riesgos ambientales generan impactos significativos sobre los ecosistemas, la infraestructura y los medios de vida, en segunda medida otro tema relevante es el fortalecimiento institucional como estrategia para la gestión climática, es decir, mejorar la capacidad técnica, operativa y organizativa de entidades públicas y privadas. En conjunto, los temas evidencian que las necesidades además de concentrarse en la implementación de acciones climáticas, también se enfocan en la generación de información, conocimiento y sistemas de soporte para la toma de decisiones.

Por otro lado, al relacionar la ***tipología de necesidades*** para la creación y fortalecimiento de capacidades propuesta en la NDC 2.0, se detectó que la Asistencia técnica y construcción de capacidades es el mayor requerimiento presentado por los sectores (19 iniciativas) representado en apoyo directo hacia herramientas y acciones para medir y reportar el progreso climático, seguido por la Creación de conocimiento (9 iniciativas) para fomentar ciencia y sistemas de información, y la Articulación institucional (6 iniciativas), como se muestra en la figura.

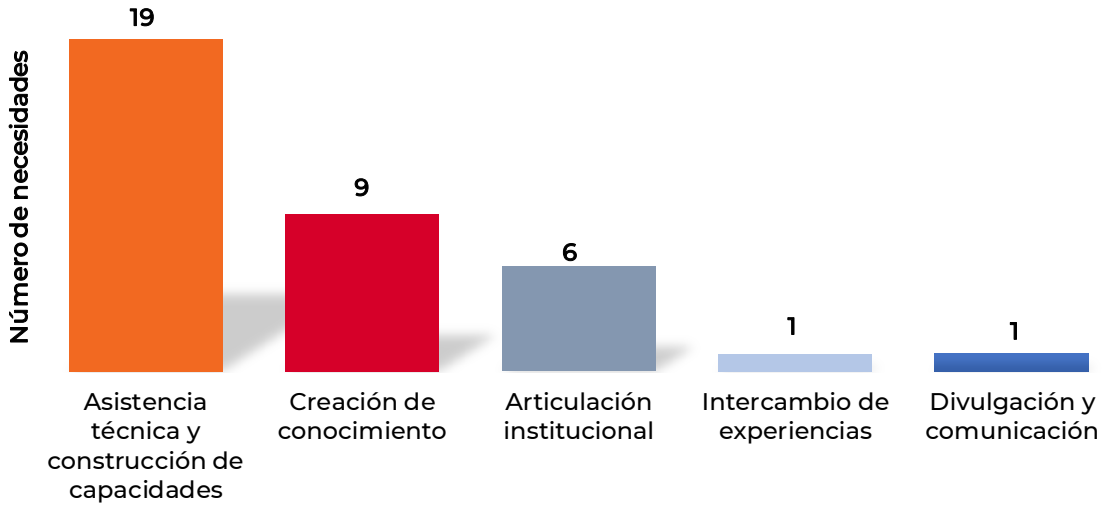


Figura 5-44. Necesidades identificadas por tipología en Fomento a la Capacidad

Fuente. Elaboración propia

Las necesidades relacionadas con el Intercambio de experiencias, así como las de Divulgación y comunicación también emergen, aunque en menor medida; estas abarcan la cooperación, comunicación y sensibilización siendo clave su desarrollo para lograr los objetivos en la gestión del cambio climático.

Respecto al ***Tipo de apoyo*** requerido, se observa que la mayoría de las necesidades identificadas corresponden a transversal (47 %) seguida de adaptación (33 %) y mitigación (19 %), la preponderancia del enfoque transversal indica que se apunta a fortalecer procesos integrales de gestión climática que involucran ambos objetivos.

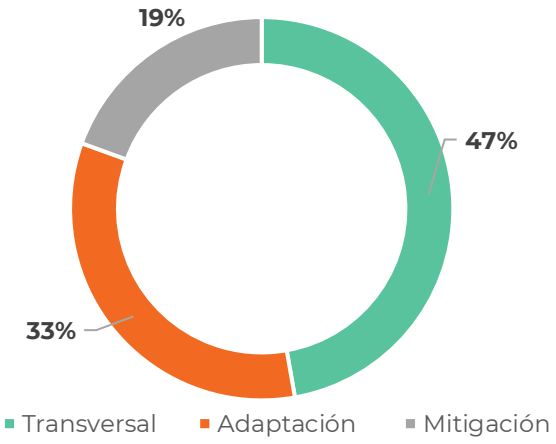


Figura 5-45. Tipo de apoyo requerido en Fomento a la Capacidad

Fuente. Elaboración propia

Desde una perspectiva ***sectorial***, la consulta realizada registró necesidades en 8 de los 10 sectores de la clasificación sectorial del Sistema MRV de Financiamiento Climático de Colombia. Los resultados muestran que el sector Transporte (31 %) concentra el mayor número de necesidades identificadas, seguido del sector de Ambiente y desarrollo sostenible (22 %), y el Transversal (17 %) el cual agrupa acciones climáticas que no pueden ser asignadas a un solo sector debido a su naturaleza multisectorial

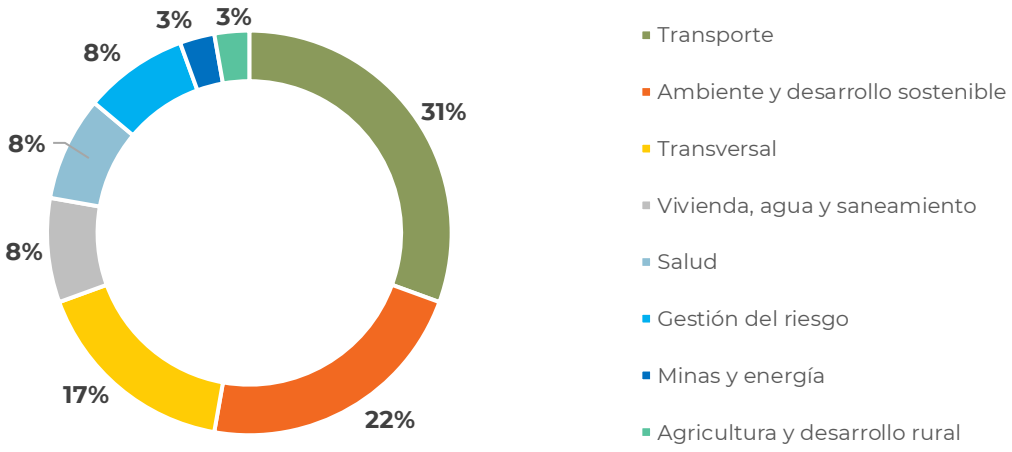


Figura 5-46. Sectores que requirieren apoyo en fomento de capacidad

Fuente. Elaboración propia

Los otros sectores que presentan requerimientos de fortalecimiento incluyen Vivienda, agua y saneamiento, Salud, Gestión del riesgo, Minas y energía, Agricultura y desarrollo rural. Por otro lado, sectores como Industria, comercio y turismo, y Control a la deforestación no registran necesidades en este ejercicio, lo cual no significa que no existan brechas de capacidades para estos sectores en el país.

De esta manera el análisis de las necesidades de fomento de capacidades evidencia que el principal desafío para avanzar en la acción climática radica en el fortalecimiento de las capacidades institucionales, en sectores de transporte y ambiente. La predominancia de necesidades de tipo transversal sugiere la importancia de desarrollar mecanismos integrales de ejecución, que faciliten la coordinación intersectorial, la gestión de información y la planificación con enfoque territorial. Asimismo, la segunda línea de énfasis en adaptación refleja el desafío de fortalecer capacidades para enfrentar los impactos actuales y futuros del cambio climático especialmente en actores de la sociedad y la productividad sensibles.

5.8.2. Análisis sectorial necesidades identificadas en materia de fomento de la capacidad

El ejercicio de consulta capturó los requerimientos prioritarios en fomento a la capacidad, donde tres sectores sobresalen el cantidad de iniciativas: Transporte, orientado hacia el desarrollo institucional para la movilidad sostenible; Ambiente y Desarrollo Sostenible, priorizando la descentralización de competencias y el escalamiento de la resiliencia en los territorios; y el sector Transversal, enfocado en la interoperabilidad de datos, los sistemas de información MRV y la articulación multisectorial. En el marco de este ejercicio, no fue reportada información respecto a los sectores de Industria, Comercio y Turismo, y Control a la Deforestación.

A manera de panorama, las siguientes secciones presentan las tendencias y demandas de fomento de la capacidad en los sectores reportados.

5.8.2.1. Sector Transporte

El análisis de las necesidades de fomento de la capacidad en el sector Transporte (11 iniciativas) evidencia una apuesta por el fortalecimiento institucional, la estructuración de sistemas de información sectoriales y la gestión del riesgo climático. En el ámbito de la mitigación, la tendencia se enfoca fuertemente en el desarrollo de instrumentos regulatorios, técnicos y financieros para vehículos eléctricos, complementado con un programa transversal de robustecimiento de capacidades técnicas y operativas en mitigación de GEI y un sistema MRV de emisiones sectoriales. El sector prioriza la resiliencia mediante el diseño de un Plan de gestión de riesgo y adaptación ante el cambio climático, la definición de variables estratégicas para evaluar la vulnerabilidad física y vial, y la estructuración de sistemas de alerta temprana para todos los modos de transporte. Estos esfuerzos se respaldan con herramientas informáticas orientadas a los lineamientos de infraestructura verde vial y un sistema sectorial de monitoreo y evaluación para medidas de adaptación. Estos requerimientos buscan consolidar la capacidad institucional para la movilidad activa y el desarrollo orientado al transporte, hacia la transformación de la planificación sectorial hacia un modelo de transporte sostenible y bajo en emisiones adaptado a la conectividad nacional.

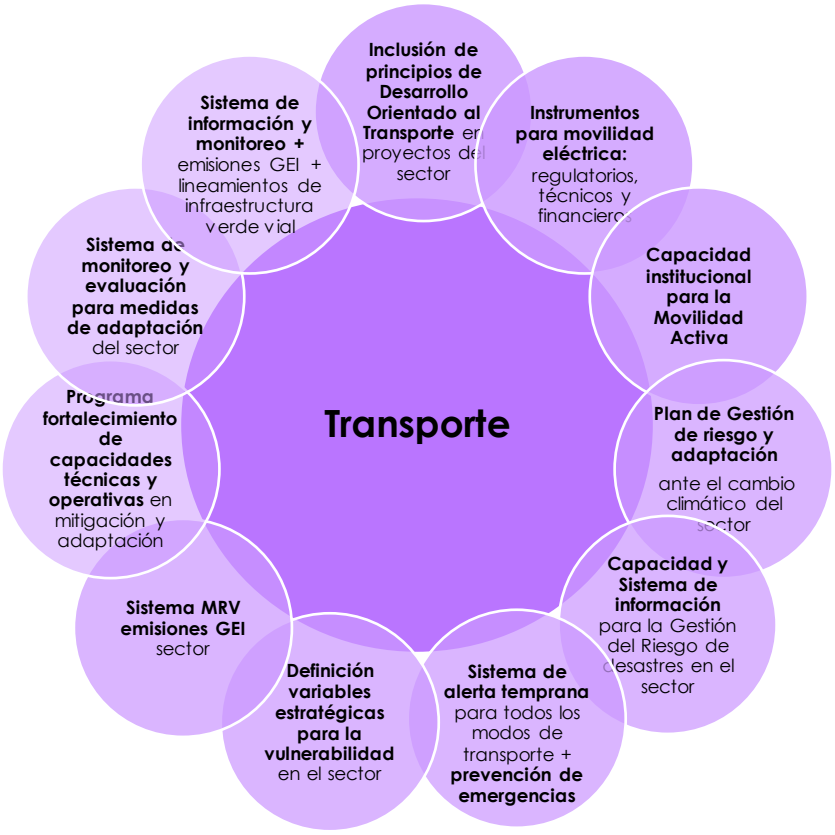


Figura 5-47. Radar de soluciones en Capacidades sector Transporte

Fuente. Elaboración propia.

5.8.2.2. Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible

Por su parte, el sector Ambiente (8 iniciativas) refleja una marcada prioridad hacia el fomento de capacidades locales para el manejo adaptativo de la biodiversidad, la restauración de ecosistemas estratégicos y la gobernanza comunitaria participativa. La tendencia de las necesidades se concentra en el aumento de capacidades para la implementación de la Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE) y la ejecución de acciones de restauración activa y pasiva en áreas priorizadas como bosques, páramos y humedales, donde esta base técnica se complementa con un enfoque diferencial e intercultural, evidenciado en la demanda de programas de co-gestión pesquera en la Ciénaga Grande de Santa Marta, la proyección científica e investigación adaptada para la Amazonía y el fortalecimiento de la gobernanza y toma de decisiones climáticas con las comunidades de San Andrés Islas. Al integrar mejoras en la coordinación de la gestión del riesgo comunitario y el avance en procesos para la declaratoria de nuevas áreas protegidas, este grupo de necesidades apunta de manera directa a descentralizar el conocimiento ambiental, asegurando que la conservación de la estructura ecológica nacional actúe como un motor de resiliencia climática territorial.

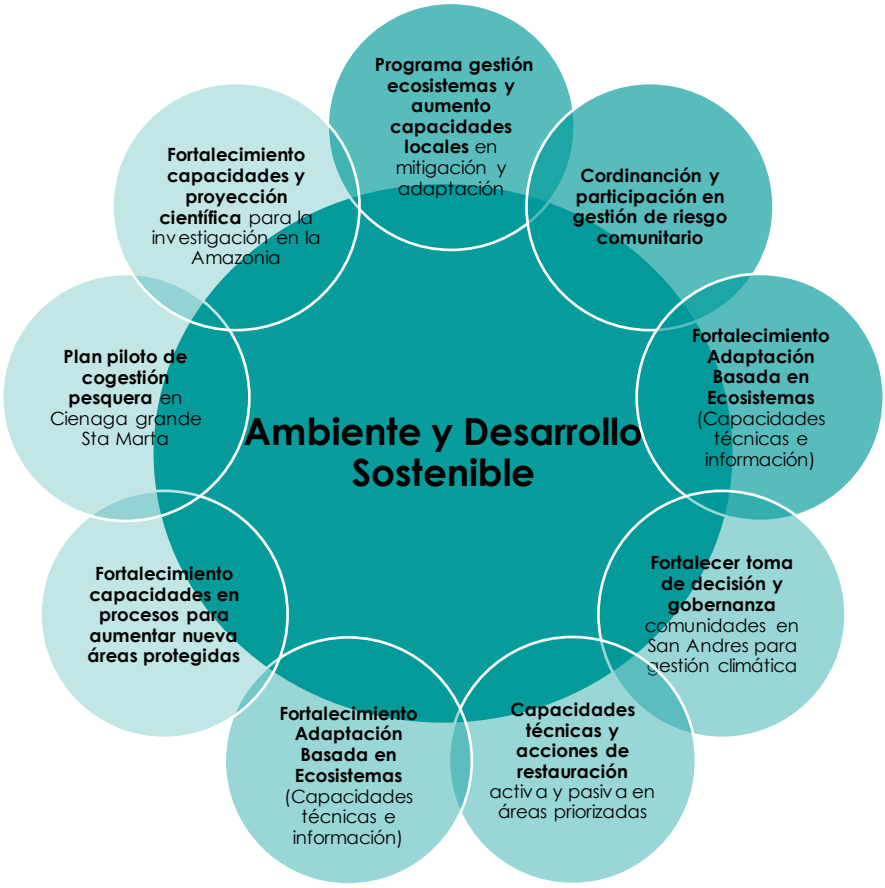


Figura 5-48. Radar de soluciones en Capacidades sector Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fuente. Elaboración propia.

5.8.2.3. Sector Transversal

El análisis del componente Transversal (6 iniciativas) demuestra una tendencia hacia el robustecimiento del sistema de educación superior del país y la consolidación de redes de conocimiento científico. Se buscar generar una oferta de educación superior orientada a la mitigación y adaptación, promoviendo la inclusión de proyectos climáticos específicos dentro de los campus universitarios y el diseño de programas de educación continua; este enfoque se complementa con estrategias para la transferencia y apropiación social del conocimiento científico y la creación de comunidades de aprendizaje integradas entre las distintas Instituciones de Educación Superior del país. En el plano metodológico y de reporte, se incluye la necesidad de fortalecer los sistemas de información biológica y ambiental mediante el fortalecimiento de las plataformas SIIVRA, SiBColombia y BioModelos. El grupo de estas iniciativas transversales busca estructurar una base de conocimiento que profesionalice la fuerza laboral climática y mejore la disponibilidad de datos basados en evidencia.

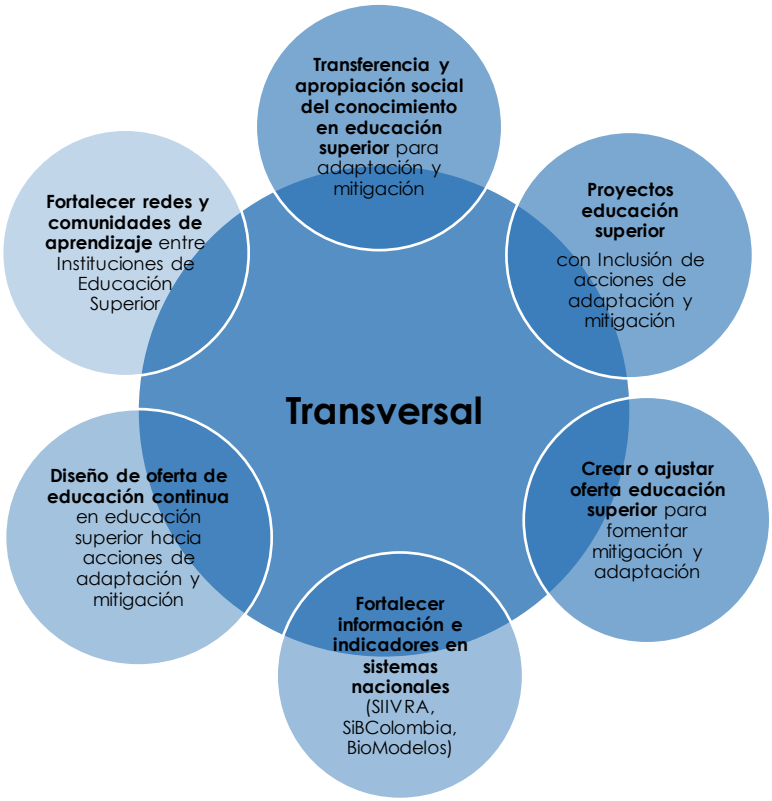


Figura 5-49. Radar de soluciones en Capacidades sector Transversal

Fuente. Elaboración propia.

5.8.2.4. Otros sectores

Las necesidades reportadas en los sectores de Agricultura, Gestión del riesgo, Salud, Minas y Energía, y Vivienda, Ciudad y territorio, evidencian énfasis en fortalecimiento de la infraestructura de datos, el diseño de metodologías sectoriales específicas y la inclusión de enfoques diferenciales.

En el sector Agricultura, los requerimientos se concentran en fortalecer el sistema de información de Gestión del riesgo agropecuario SIGRA mediante módulos dedicados a la reducción del riesgo agroclimático ; una prioridad metodológica que se alinea con la de Gestión del Riesgo, donde se demanda el desarrollo de sistemas de alerta temprana para zonas con multi-amenaza, la formulación de planes integrales de mitigación y adaptación para el fondo de adaptación, y la estandarización de metodologías de evaluación de daños postdesastre en Parques Naturales.

Por su parte, el sector Salud enfoca sus esfuerzos en capacitar técnicamente al personal de salud pública ante la variabilidad climática, activar su Comité Sectorial mediante gobernanza y programas de formación aplicada, e implementar un sistema de inventario de huella de carbono bajo el enfoque MRV. Minas y Energía priorizan la inclusión de enfoques diferenciales dentro de su planeación minero-energética, Respecto al sector de Vivienda, Ciudad Vivienda y Territorio se busca fortalecer institucionalmente la gestión de sus datos sectoriales, mejorar la calidad de la información para el INGEI de residuos sólidos y desarrollar capacidades que permitan informar efectivamente a las directivas sobre la importancia de implementar las metas de la NDC.

5.8.2.5. Conclusiones

El ejercicio de mapeo de necesidades de fomento de la capacidad demostró que Colombia busca avanzar en la consolidación de su gobernanza climática a través de un portafolio de 36 requerimientos sectoriales priorizados. La alta concentración de solicitudes en los sectores de Transporte (31 %), Ambiente y Desarrollo Sostenible (22 %) y el componente Transversal (17 %) indica una maduración progresiva que busca robustecer la institucionalidad, estandarizar sistemas de información como el MRV y descentralizar las competencias hacia las regiones vulnerables. Sin embargo, subsisten brechas interconectadas que deben ser atendidas de forma coordinada por el SISCLIMA para maximizar el impacto de la asistencia técnica y las condiciones de entorno. Las limitaciones identificadas en carteras clave como Salud, Minas y Energía, Gestión del Riesgo, Agricultura y Vivienda, muestran que el país requiere estandarizar metodologías que superen la fragmentación interinstitucional, integren enfoques diferenciales y garanticen la captura continua de datos sectoriales.

5.8.3. Enfoque para mejorar el apoyo requerido al fomento a la capacidad

5.8.3.1. Ejes de fortalecimiento para mejorar el fomento a la capacidad

El enfoque nacional para mejorar el apoyo requerido al fomento de la capacidad parte del reconocimiento de que las necesidades identificadas no son homogéneas, y si bien se concentran en el nivel institucional, dejan una proporción menor pero estratégicamente relevante en los niveles sistémico e individual. Este patrón orienta el enfoque del país hacia el fortalecimiento de las capacidades organizacionales de las entidades responsables de la acción climática, sin desatender la necesidad de robustecer simultáneamente los marcos normativos y de gobernanza (nivel sistémico) y la formación del talento humano (nivel individual) que sostienen en última instancia, la capacidad institucional.

A partir de este diagnóstico, el enfoque del país se articula en cuatro ejes de fortalecimiento que se reiteran de manera transversal en los distintos sectores: i) el fortalecimiento técnico y organizacional de las instituciones, ii) el desarrollo de capacidades humanas y técnicas, ii) la consolidación de sistemas de información, monitoreo e interoperabilidad, y iv) la planificación climática con enfoque sectorial y territorial. Estos cuatro ejes confluyen en áreas de mejora que el país requiere fortalecer para optimizar la forma en que comunica y gestiona su apoyo, estructuran la respuesta del país y, configuran una cadena entre limitaciones identificadas y el tipo de apoyo requerido para resolverlas, como se muestra en la siguiente figura.

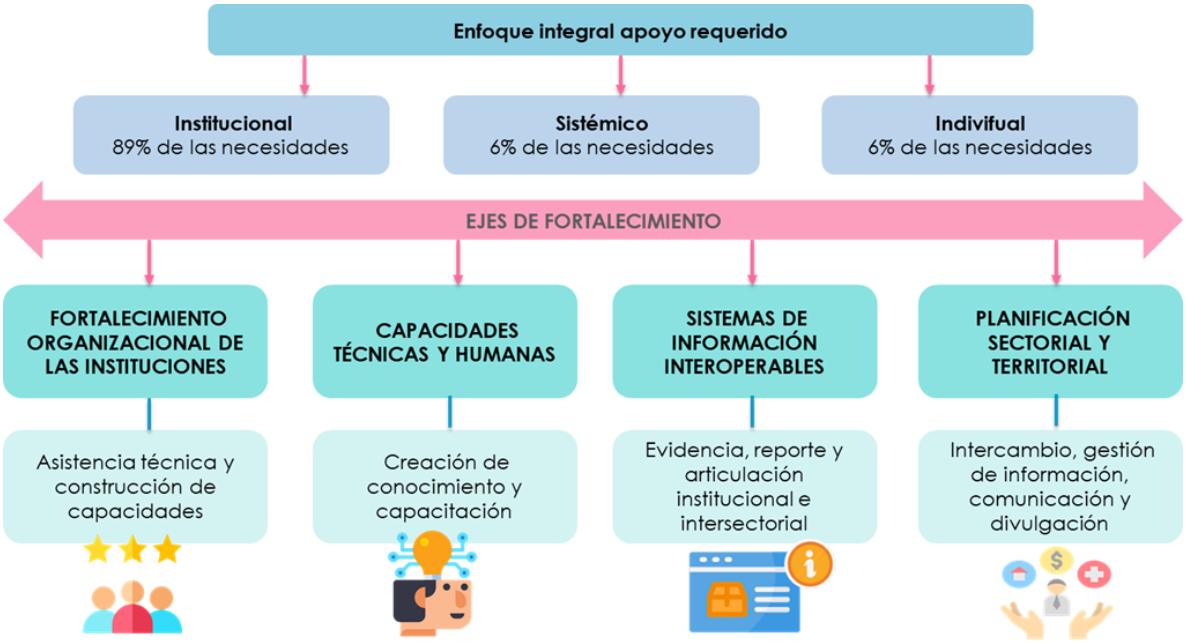


Figura 5-50. Orientación para mejorar el apoyo requerido en Fomento a la capacidad y ejes de fortalecimiento

Fuente. Elaboración propia

El primer eje, *fortalecimiento organizacional de las instituciones,* está vinculado a la asistencia técnica y construcción de capacidades, acorde con la alta concentración de requerimientos en el nivel institucional (89 %): si la mayoría de los requerimientos reportados por el país se ubican en la capacidad de las entidades para diseñar, ejecutar y monitorear acciones climáticas, el apoyo requerido debe traducirse principalmente en asistencia técnica directa que fortalezca las competencias organizacionales entendidas como procesos, procedimientos y capacidad operativa de los actores responsables.

El segundo eje, *capacidades técnicas y humanas*, se asocia a la creación de conocimiento y capacitación, conectando con los niveles individual e institucional de aplicación de capacidades. Aunque este nivel representa solo el

6 % de las necesidades reportadas, su importancia es clave, pues sin personal formado y con competencias técnicas actualizadas, el fortalecimiento institucional carece de sostenibilidad en el tiempo. El tercer eje, *sistemas de información interoperables,* se articula con la evidencia y articulación institucional e intersectorial, respondiendo a la necesidad reiterada en sectores como Transporte, Agricultura y el componente Transversal, de contar con plataformas de datos que dialoguen entre sí y que permitan una toma de decisiones basada en evidencia compartida entre entidades.

El cuarto eje de *planificación sectorial y territorial* se vincula al intercambio, gestión de información, comunicación y divulgación, conectando con el nivel sistémico del fomento de la capacidad. Este eje precisa que la planificación climática efectiva no depende únicamente de instrumentos técnicos sectoriales, sino también de marcos normativos, mecanismos de gobernanza multinivel y canales de comunicación que permitan escalar la acción climática desde lo nacional hacia lo territorial. Finalmente, los cuatro ejes y sus áreas conforman un esquema de trabajo coherente en la que cada nivel de aplicación de capacidad (institucional, individual y sistémico) encuentra una vía concreta de fortalecimiento, orientando de manera más precisa la negociación del apoyo internacional requerido por Colombia para los ciclos de reporte BTR.

5.8.3.1.1. Vértices de trabajo para mejorar el fomento a la capacidad

Se requiere adoptar acciones integrales que combinen el fortalecimiento técnico, institucional, financiero y social, permitiendo consolidar capacidades sostenibles a nivel nacional y territorial, en aras de enlazar el reconocimiento de que la acción climática requiere tanto conocimiento especializado, como gobernanza colaborativa, conocimiento local y acceso a información confiable que permita la toma de decisiones basadas en evidencia. En la figura a continuación, se esquematizan los vértices de trabajo para implementar soluciones a las necesidades reportadas.

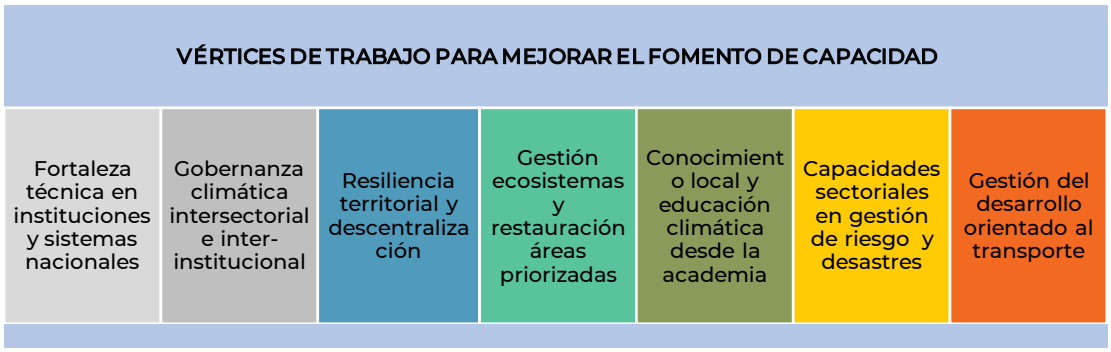


Figura 5-51. Vértices para mejorar el fomento de capacidad BTR2

Fuente. Elaboración propia

El primer vértice de *fortaleza técnica en instituciones y sistemas nacionales* constituye la columna vertebral del fomento de la capacidad climática en Colombia, en tanto que ninguna política pública puede sostenerse sin la infraestructura técnica y de información que la respalde. La experiencia reciente del país evidencia que la dispersión de datos meteorológicos, hidrológicos, ecológicos y de emisiones entre múltiples entidades sectoriales ha limitado históricamente la capacidad para anticipar riesgos, evaluar el cumplimiento de sus metas climáticas y orientar la inversión pública con criterios basados en evidencia. Desde una perspectiva estratégica, el Estado requiere transitar de sistemas de información fragmentados y dependientes de capacidades individuales hacia arquitecturas institucionales interoperables, con talento técnico permanente y financiamiento sostenido, que permitan al país cumplir de manera creíble con sus obligaciones de transparencia ante la comunidad internacional. Este vértice es en última instancia, la condición habilitante de todos los demás: la calidad de la gobernanza, la planificación territorial y la gestión sectorial dependen directamente de la solidez de la base técnica y de información sobre la que se construyen.

Respecto a *gobernanza climática intersectorial e interinstitucional*, este vértice aborda como uno de los retos estructurales más persistentes, la coordinación efectiva entre niveles de gobierno, sectores productivos y actores no estatales en torno a una agenda climática común. La experiencia muestra que, sin mecanismos más sólidos de articulación, las decisiones climáticas tienden a tomarse de manera aislada en cada sector, generando duplicidades y vacíos de implementación. Desde una visión estratégica, fortalecer este vértice implica consolidar al Sistema Nacional de Cambio Climático como el espacio articulador real de la política climática del país, para reforzar la autoridad técnica y política suficiente para alinear a los ministerios sectoriales, las autoridades ambientales regionales, los gobiernos territoriales y el sector privado en torno a una hoja de ruta compartida, y de manera complementaria, aumentar las capacidades en gobernanza local y comunitaria de manera intersectorial para traducir la voluntad regional en implementación coordinada, pues su ausencia o debilidad contribuye a generar barreras de ejecución hacia la transición climática.

El vértice de *resiliencia territorial y descentralización* como concepto, implica que la vulnerabilidad climática del país no es homogénea, sino que responde a condiciones geográficas, sociales y económicas profundamente diferenciadas entre regiones. Una estrategia climática diseñada exclusivamente desde el nivel central corre el riesgo de no responder a las particularidades de territorios tan distintos como zonas insulares, alta montaña o regiones de frontera amazónica, cada una con sus propios patrones de riesgo y capacidad de respuesta. Desde una perspectiva de desarrollo nacional, este vértice plantea una evolución de paradigma desde una lógica de transferencia de instrucciones desde el centro hacia los territorios, hacia profundizar un modelo de fortalecimiento de capacidades genuinamente descentralizado, en el que los gobiernos

departamentales y municipales cuenten con equipos técnicos propios, autonomía presupuestal climática y capacidad de diseño de instrumentos de planificación adaptados a su realidad.

La *gestión de ecosistemas y restauración de áreas priorizadas*, es uno de los vértices con mayor concentración de necesidades en Fomento a la Capacidad, por ende se sitúa al capital natural del país como un activo estratégico de la acción climática, y no solo como un componente sectorial, pues el país alberga ecosistemas de relevancia climática global que cumplen simultáneamente funciones de mitigación, como sumideros de carbono, y de adaptación, como infraestructura natural de regulación hídrica y protección frente a eventos extremos. Desde una mirada estratégica, fortalecer este vértice exige superar la tensión entre conservación y desarrollo territorial, construyendo modelos de gestión y gobernanza ambiental inclusivos entre aspectos técnicos de restauración y conocimiento local de los territorios. La capacidad del país para avanzar en metas de mitigación basadas en soluciones naturales, así como para proteger los servicios ecosistémicos de los cuales dependen sectores productivos enteros, está directamente condicionada por la solidez institucional y científica con la que se gestionen sus ecosistemas estratégicos en las próximas décadas.

De otra parte, tanto el *conocimiento local como la educación climática desde la academia* posicionan a la formación de talento humano como un eje de carácter generacional, distinto en su naturaleza a los demás vértices, pues mientras estos abordan barreras de capacidad, este construye la base sobre la cual se busca sostener la acción climática en el largo plazo. La experiencia internacional demuestra que ningún fortalecimiento institucional o sistema de información es sostenible si no existe un flujo constante de profesionales, investigadores y tomadores de decisión formados con competencias climáticas específicas. Desde una perspectiva estratégica, esto exige que el sistema de educación secundaria y superior trate el cambio climático como un tema estructural en sus programas, líneas de investigación y vínculos con el territorio. Así mismo, es relevante el reconocimiento de los saberes y conocimientos locales como una fuente legítima de información climática, complementaria al conocimiento científico, lo que permite construir una base de capacidad nacional más plural y con mayor legitimidad social ante las comunidades que finalmente implementan las medidas de adaptación en el territorio.

El fortalecimiento de las *capacidades sectoriales en gestión de riesgo y desastres*, es un vértice que responde a una de las realidades más urgentes del perfil climático de Colombia, pues siendo un país altamente expuesto a fenómenos de variabilidad climática extrema, requiere de una visión donde la gestión del riesgo siga avanzando desde la función reactiva de atención de emergencias, hacia consolidarse como un componente preventivo y estructural de la planificación del desarrollo, con sistemas de alerta temprana efectivos, capacidades técnicas sectoriales fortalecidas y mecanismos financieros ágiles para la respuesta y recuperación. Invertir en las capacidades de este vértice tiene

un retorno doble: por un lado, reduce de manera directa las pérdidas y daños asociados a los desastres climáticos y por otro, disminuye la presión recurrente que estos eventos generan sobre las finanzas públicas, liberando recursos que de otro modo se destinarían a la atención de emergencias para reinvertirlos en desarrollo sostenible y adaptación planificada.

Por último, el vértice de la *gestión del desarrollo orientado al transporte* contiene una dimensión sectorial en función de las necesidades reportadas, buscando mejoras concretas en un sector con huella de carbono a reducir. El transporte representa para el país una de las mayores oportunidades de mitigación en el corto y mediano plazo, dada su histórica dependencia de combustibles fósiles y el crecimiento acelerado del parque automotor en las principales ciudades. Desde una perspectiva estratégica, este vértice plantea que la política de transporte debe integrar un enfoque de desarrollo orientado al transporte que privilegie la movilidad activa, la densificación inteligente del territorio y la reducción de la dependencia del vehículo particular, apuntando no solo a impactos en emisiones, sino al flujo de transformación de su sistema de movilidad como señal de equidad territorial y calidad de vida de millones de ciudadanos, tanto en aglomeraciones urbanas como en territorios rurales.

5.8.3.2. Limitaciones y carencias para comunicar las necesidades específicas de fomento de la capacidad

La comunicación efectiva de las necesidades de fomento de la capacidad es un elemento clave para movilizar apoyo técnico, financiero y técnico que permita fortalecer la acción climática en Colombia. Sin embargo, el país enfrenta diversas limitaciones que dificultan la identificación, sistematización y transmisión clara de dichas necesidades ante los diferentes actores nacionales e internacionales, las cuales afectan la capacidad de coordinar esfuerzos, priorizar intervenciones y alinear el apoyo externo con las verdaderas demandas del territorio.

Existe una deficiencia en la desagregación y estandarización metodológica de las necesidades reportadas. El predominio de necesidades de nivel institucional (89 %) frente al sistémico e individual, sugiere que los actores institucionales que alimentan el proceso consultivo tienden a priorizar y comunicar con mayor claridad sus propios requerimientos organizacionales, mientras que las necesidades de gobernanza normativa y de formación de talento humano igualmente críticas para escalar la acción climática, quedan subrepresentadas. Por ende, se requiere desarrollar criterios más a amplios para capturar y comunicar de manera equilibrada las necesidades en los tres niveles de aplicación.

Otra de las principales limitaciones identificadas es la fragmentación institucional y sectorial en la comunicación de las necesidades de fortalecimiento de capacidades. Las entidades del orden nacional, territorial y sectorial suelen

reportar sus requerimientos de manera aislada, sin un marco común que permita consolidar prioridades, generar una visión integrada de las brechas existentes y soluciones. Esta situación puede generar duplicidades en la información, vacíos en el diagnóstico y dificultades para coordinar acciones entre las diferentes instituciones y actores que hacen parte del SISCLIMA.

Se suma la débil recopilación y sistematización de la información relacionada con capacidades existentes y necesidades emergentes, pues no siempre se cuenta con canales y sistemas de información efectivos, o no se usan los canales existentes para comunicar las necesidades técnicas y financieras.

Las barreras técnicas y de lenguaje también representan un obstáculo significativo en la comunicación de las necesidades. En algunos casos, la información relacionada con el cambio climático se presenta en términos altamente especializados o científicos, lo que puede hacer difícil su comprensión. Esta situación limita la apropiación social de la información, y llegar a consensos sobre las prioridades de fortalecimiento de capacidades.

Por otra parte, los sectores y entidades utilizan conceptos, enfoques y supuestos metodológicos diferentes para determinar que es fomento de la capacidad, así como para estimar necesidades, lo que dificulta la comparación de la información, por tanto, la ausencia de criterios comunes reduce la claridad sobre cómo se priorizan las necesidades y cómo se relacionan con los resultados esperados en materia de adaptación y mitigación.

Otro desafío importante se relaciona con la falta de integración entre sistemas de información sectoriales, lo que dificulta consolidar información relevante sobre vulnerabilidad, riesgos y capacidades, y a su vez limita la comunicación oportuna y precisa de las necesidades. También se identifican carencias en la incorporación de enfoques diferenciales y territoriales para la identificación de necesidades, lo que puede llevar a que las estrategias de fortalecimiento de capacidades no alineen completamente a las realidades y prioridades de comunidades específicas, o aquellas en situación de mayor vulnerabilidad.

El bajo número de iniciativas relacionadas con divulgación y comunicación, y con intercambio de experiencias, constituye en sí misma una deficiencia estructural, pues el país muestra limitada capacidad instalada para comunicar de manera sistemática y comparable, los avances y brechas en su fomento de capacidades.

5.8.3.3. Procesos para mejorar la sensibilización, participación pública y acceso a la información

Del grupo de necesidades reportadas por Colombia, al menos el 33 % guardan relación directa con la promoción y el empoderamiento climático, el cual requiere

impulsar procesos en los tres componentes: i) Sensibilización, ii) Participación y iii) Acceso a la información; donde se integren estrategias de comunicación, educación y mecanismos de diálogo que faciliten la interacción entre instituciones, comunidades y sectores productivos



Figura 5-52. Procesos para mejorar la sensibilización, participación pública y acceso a la información en relación con el fomento de la capacidad

Fuente. Elaboración propia

En primera instancia, uno de los procesos identificados por el país para mejorar la *sensibilización pública* es el fortalecimiento de las estrategias de apropiación social y educación climática, ante cual el reto estructural es transformar el conocimiento técnico sobre el cambio climático en una comprensión social ampliamente compartida, capaz de movilizar comportamientos, decisiones cotidianas y respaldo ciudadano a las políticas públicas. Desde una perspectiva estratégica, el país requiere superar la lógica de campañas informativas puntuales y avanzar hacia una educación climática estructural, integrada de manera permanente en los distintos niveles del sistema educativo y en los espacios de formación continua, de modo que la comprensión de los riesgos y las oportunidades de la acción climática deje de ser patrimonio exclusivo de especialistas. La apropiación social del conocimiento climático es en este sentido, un activo de largo plazo, pues una ciudadanía que comprende las causas y consecuencias del cambio climático está mejor preparada para sostener políticas climáticas exigentes en el tiempo, exigir rendición de cuentas a sus instituciones, y adaptar sus propias prácticas productivas y de consumo.

Respecto al segundo eje de fortalecimiento de la *participación pública,* este se enfoca en la creación de espacios de diálogo estructurados como mesas de trabajo, encuentros territoriales, consultas comunitarias y foros multiactor, que permitan que diversos sectores intervengan activamente en la identificación de

necesidades y en la formulación de acciones y proyectos de fortalecimiento de capacidades. Los espacios de concertación no deben entenderse como instancias de socialización posterior a decisiones ya tomadas, sino como mecanismos genuinos de co-construcción, en los que comunidades, gremios, academia y entidades públicas inciden de manera real en la definición de prioridades y en el diseño de los proyectos que finalmente se implementan. Consolidar este tipo de espacios de manera sistemática y no coyuntural permite reducir el riesgo de que las políticas climáticas se perciban como ajenas o impuestas, fortaleciendo en cambio una cultura de corresponsabilidad entre la sociedad, como condición indispensable para sostener la implementación de la acción climática en contextos de alta diversidad territorial y social. Las iniciativas relacionadas con la gestión de riesgo comunitario y la gobernanza, la inclusión del enfoque diferencial en la planeación sectorial y los procesos participativos de cogestión, son ejemplos concretos de cómo el país requiere espacios que promuevan la construcción colectiva de soluciones.

De igual manera, la formación de líderes y facilitadores constituye un mecanismo relevante para ampliar la participación y fortalecer las capacidades institucionales y locales, por ende se requiere invertir en la formación de una masa crítica de líderes climáticos territoriales, capaces de traducir el conocimiento técnico en procesos comprensibles para sus comunidades, de mediar entre las prioridades locales y las agendas institucionales, y de sostener la participación ciudadana más allá de la presencia puntual de la cooperación internacional o de proyectos con plazos definidos. Este enfoque descentraliza la capacidad de movilización social, evitando que la participación climática dependa exclusivamente de actores externos, y constituye una forma de inversión en capital humano comunitario cuyo retorno se multiplica en el tiempo, en la medida en que estos liderazgos se convierten en agentes permanentes de réplica y sostenibilidad de los procesos de fomento de la capacidad en sus territorios.

El tercer componente propone en el fortalecimiento del *acceso a informació*n climática mediante 4 focos de acciones:

- Consolidación de plataformas y sistemas que centralicen datos, informes, diagnósticos y herramientas relacionadas con el cambio climático, mejorando la disponibilidad, calidad y accesibilidad de la información. La apertura de datos climáticos es un ejercicio de transparencia, así como una condición habilitante para la modernización tecnológica, la rendición de cuentas y la toma de decisiones descentralizada, pues cuando la información está disponible y es comprensible para actores más allá del gobierno central, se multiplican las capacidades de análisis, monitoreo social y generación de soluciones desde distintos sectores de la sociedad.
- Gestión del conocimiento aplicado tanto desde aspectos técnicos simples como complejos, para fortalecer la sensibilización y la participación, lo que implica desarrollar capacidades institucionales para sistematizar lecciones

aprendidas, documentar buenas prácticas y traducir el conocimiento técnico generado en distintos proyectos y sectores, en insumos útiles para la toma de decisiones. Así se permite que la experiencia acumulada en un territorio o sector beneficie a otros, generando flujos de aprendizaje y evitando que el país repita errores o reinvente soluciones ya probadas, en contextos de recursos limitados.

- Desarrollo de procesos de investigación participativa y pertinente, focos de investigación sectorial y/o regional y proyectos de generación de conocimiento en distintos niveles territoriales, en pro de que las acciones implementadas respondan de manera más efectiva a las realidades y prioridades del país. Desde una visión estratégica, constituye una vía para cerrar la distancia entre la producción científica y su aplicación práctica, asegurando que el conocimiento generado responda a las necesidades de adaptación y mitigación de los sectores productivos y los territorios más vulnerables.
- Creación y/o fortalecimiento de esquemas y sistemas de monitoreo tanto de necesidades, soluciones en estructuración e implementación, proyectos en curso y avances en medidas. Esto implica que los actores locales contribuyan a la observación, reporte y validación de la información climática relevante para su contexto, así se fortalece simultáneamente la cobertura y la calidad del monitoreo climático, al multiplicar los puntos de observación y causar efectos de apropiación donde las comunidades que participan desarrollan una comprensión más profunda de las dinámicas climáticas que las afectan.

Como cierre, se resalta que el fortalecimiento de la sensibilización, la participación pública y el acceso a la información, se constituye en el terreno fértil sobre el cual se cosecha la sostenibilidad de la acción climática para Colombia, pues solo con ciudadanía informada, espacios reales de concertación y sistemas de conocimiento accesibles, el avance técnico o institucional logra arraigarse de manera duradera. Para el país, consolidar estos procesos, progresando desde iniciativas aisladas o dependientes de la cooperación internacional, hacia capacidades propias representa la vía más sólida se garantizar el crecimiento de acciones climáticas conforme a las metas y retos nacionales.

5.9. Información sobre el apoyo para el fomento de la capacidad recibido por las Partes que son países en desarrollo con arreglo al artículo 11 del Acuerdo de París (MPG 141 y 142 (formato tabular))

El ejercicio de categorización de los programas y proyectos de cambio climático alineados con el fomento de la capacidad del periodo 2024 – 2025, se presenta en

los formatos tabulares comunes (CTF) establecidos en para el reporte de información sobre el apoyo recibido en fomento de la capacidad por las Partes que son países en desarrollo, de acuerdo con el artículo 11 del Acuerdo de París. En este componente se registran 42 proyectos de cooperación internacional que canalizan apoyo técnico, institucional y financiero para el fortalecimiento de las capacidades climáticas del país, estos son ejecutados mediante donaciones comprometidas, en su mayoría a través del canal bilateral, y cubren un amplio espectro de sectores, temáticas y tipos de necesidad.

5.9.1. Análisis Transversal

El ***Tipo de apoyo*** predominante en los 42 proyectos de fomento a la capacidad es el de carácter transversal, que concentra 28 proyectos equivalentes al 68 % del total, esta categoría agrupa iniciativas que fortalecen simultáneamente múltiples dimensiones de la acción climática: gobernanza, planificación, sistemas de información, instrumentos económicos, educación ambiental y articulación institucional, sin adscribirse exclusivamente a la mitigación o a la adaptación.

La adaptación es el segundo tipo de apoyo en importancia, con 10 proyectos (23 %), orientados principalmente al fortalecimiento de la resiliencia climática comunitaria, la conservación de ecosistemas estratégicos y la mejora de los medios de vida en comunidades vulnerables. La mitigación, en contraste, recibió el menor número de proyectos (4, equivalente al 9 %), evidenciando la oportunidad de fortalecer el componente de mitigación dentro del portafolio de fomento a la capacidad, especialmente en sectores como energía, transporte y control a la deforestación, donde Colombia tiene metas NDC exigentes.

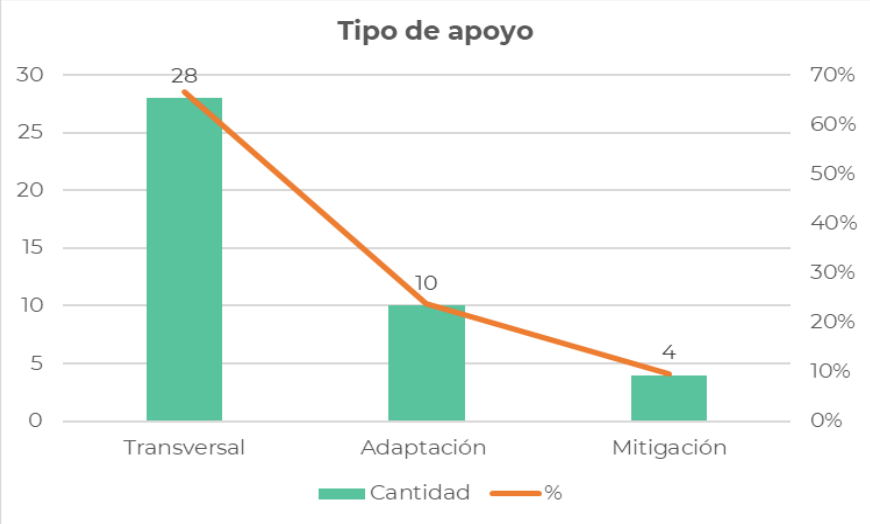


Figura 5-53. Tipo de apoyo en Fomento de capacidad recibido
Fuente. Elaboración propia.

Por ***Tipo de necesidad***, la asistencia técnica y construcción de capacidades es, con diferencia, el tipo de necesidad más atendido con 30 proyectos (71 %), lo que es coherente con el rol que desempeña en los sistemas de cooperación climática en pro de permitir a las entidades receptoras acceder a conocimiento especializado, metodologías probadas, acompañamiento en la implementación y fortalecimiento del talento humano para la gestión climática.

La articulación institucional es el segundo tipo de necesidad, con 7 proyectos (17 %), que implica mejorar la coordinación entre entidades, fortalecer esquemas de gobernanza multiactor y articular agendas entre actores públicos, privados y de la sociedad civil. La creación de conocimiento y la divulgación/comunicación comparten el tercer lugar, con 7 %. El intercambio de experiencias representa solo el 2 %, lo que sugiere una oportunidad para ampliar los mecanismos de aprendizaje entre pares y de transferencia de conocimiento sur-sur en futuros ciclos de cooperación.



Figura 5-54. Tipo de necesidad en Fomento de capacidad recibido

Fuente. Elaboración propia

La ***distribución sectorial*** muestra una concentración en dos sectores: Transversal con 43 % y Ambiente y desarrollo sostenible con 31 %, bajo enfoques de gobernanza climática, instrumentos financieros verdes, y educación y sensibilización que benefician a múltiples sectores de manera simultánea. Los sectores con media representación son Agricultura y desarrollo rural (7 %), Gestión del riesgo (7 %) y Transporte 5 %); mientras que Industria, Comercio y Turismo, Minas y Energía y Control a la Deforestación tienen baja presencia con 2 % cada uno. Los sectores de Vivienda, agua y saneamiento y Salud no registran ningún proyecto en el componente de fomento a la capacidad.

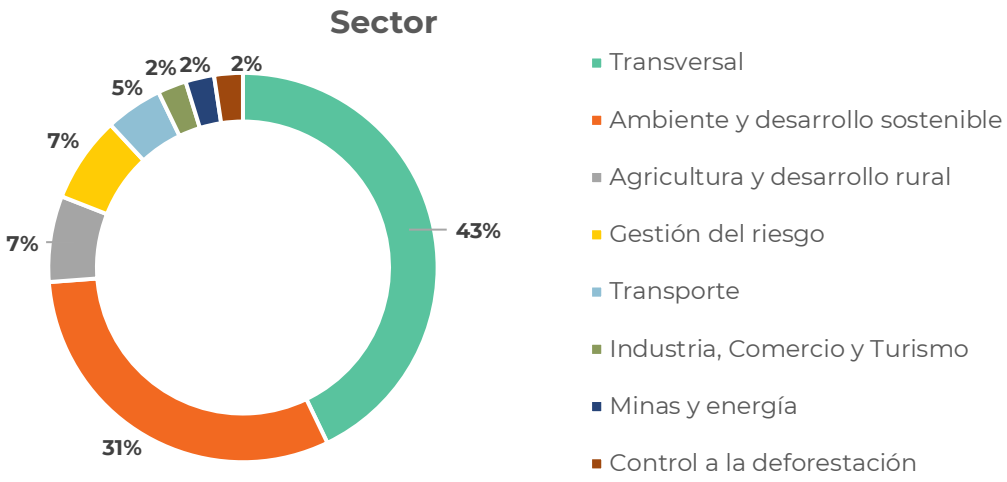


Figura 5-55. Tipo de necesidad en Fomento de capacidad recibido

Fuente. Elaboración propia

El análisis por ***esfera o tema central*** de la necesidad (conforme a las directrices de la CMNUCC), muestra una distribución más equilibrada que las categorías anteriores, con tres esferas liderando la tendencia: fomento de la capacidad institucional y, fortalecimiento y/o creación de un entorno propicio comparten el primer lugar, con 24 % cada esfera, lo que pone de relieve que la cooperación climática recibida por Colombia prioriza tanto el fortalecimiento interno de las entidades (capacidad institucional) como la construcción de los marcos regulatorios, financieros y de gobernanza que permiten que la acción climática ocurra de manera efectiva y sistemática (entorno propicio).

El fomento de la capacidad para la puesta en práctica de medidas de adaptación ocupa el tercer lugar con 21 %, reflejando el interés de los cooperantes en apoyar la implementación concreta de acciones de adaptación, especialmente en ecosistemas estratégicos, comunidades rurales vulnerables y gestión del riesgo de desastres. La educación, capacitación y sensibilización del público es la cuarta esfera en importancia (17 %), la cual es particularmente relevante porque su impacto se distribuye entre múltiples sectores y niveles de gobierno, contribuyendo a la apropiación social de la acción climática.

Las esferas de información y trabajo en redes/creación de bases de datos, (7 %) y mejoramiento de la adopción de decisiones incluyendo negociaciones internacionales (5 %) completan el cuadro con participaciones menores. No se registra presencia de las esferas de desarrollo y transferencia de tecnología, estudios de vulnerabilidad y adaptación, comunicaciones nacionales e investigación y observación sistemática.

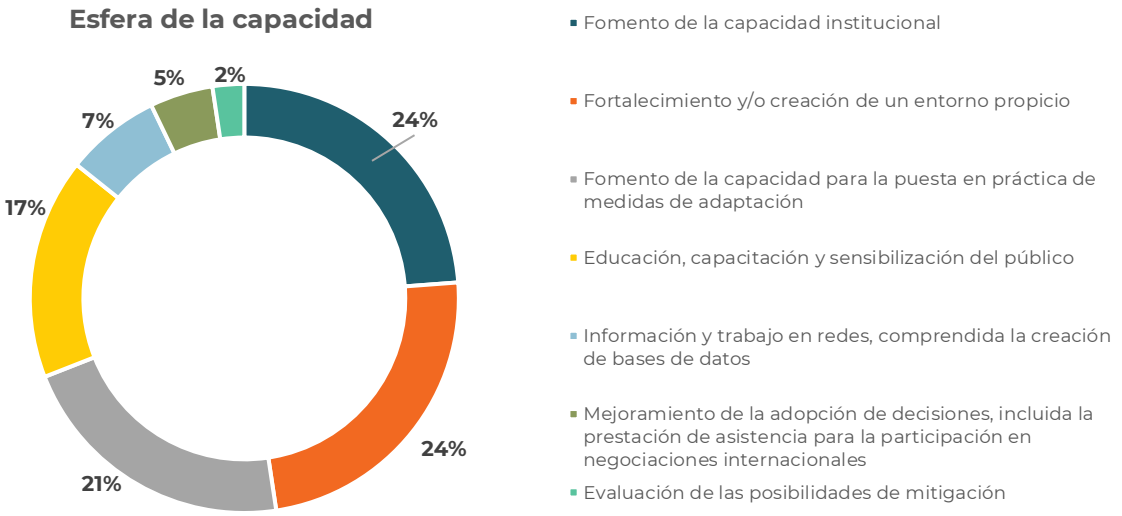


Figura 5-56. Tema central o esferas en Fomento de capacidad recibido

Fuente. Elaboración propia

Adicionalmente, de manera transversal se destaca la integración del enfoque de género en el fomento a la capacidad, se destaca el proyecto global "Interfaz IKI II", iniciado en 2024 por encargo del Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima de Alemania (BMWK) e implementado por la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ), que apoya a Colombia en la implementación de sus metas climáticas, energéticas y de biodiversidad con enfoque de género. Se desarrolla en cooperación con Minambiente, MinEnergía, MinComercio, el DNP, el IDEAM, el DANE y otras instituciones. Su objetivo general es fortalecer los compromisos del país en clima, Transición Energética Justa (TEJ), género y biodiversidad, abordando las NDC, la Ley de Acción Climática, la estrategia de largo plazo (LTS E2050), la NBSAP y los ODS. El proyecto se estructura en cuatro outputs orientados a condiciones habilitantes, operaciones bajas en carbono, biodiversidad y trabajo en red intersectorial.

En materia de género, Interfaz IKI II integra un enfoque responsivo e interseccional para transversalizarlo en las agendas de clima, biodiversidad y TEJ, en cumplimiento del Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia (PAGCC-CO), el Plan Nacional de Desarrollo, la Política de Equidad de Género (CONPES 4080) y la Política Nacional de Cuidado (CONPES 4143). Busca garantizar la participación y liderazgo de las mujeres en acciones de mitigación y adaptación mediante el fortalecimiento de capacidades en gobernanza, planificación, incidencia en políticas, financiamiento, monitoreo, educación y transferencia de tecnología, con énfasis en los sectores de ambiente, energía, industria, comercio y turismo. Así consolida una base técnica y política que fortalece la toma de decisiones y las capacidades institucionales para una acción climática con equidad de género.

5.9.2. Prioridades, participación e implicación de los interesados

Las prioridades identificadas en el apoyo recibido al fomento a la capacidad se concentran en tres grandes ejes: i) el fortalecimiento de los sistemas de gobernanza y transparencia climática, ii) la conservación y gestión sostenible de los ecosistemas estratégicos, y iii) el fortalecimiento de la resiliencia climática comunitaria y sectorial, visible en los proyectos de gestión del riesgo, agricultura sostenible y movilidad activa.

En cuanto a la participación e implicación de los interesados, se demuestra una amplia diversidad de actores involucrados en la ejecución del apoyo recibido, lo que responde a garantizar que el fomento a la capacidad sea inclusivo y representativo de las realidades nacionales. Las entidades receptoras cubren todos los niveles de gobierno y tipos de actor: entidades del orden nacional como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Administrativo para la Prosperidad Social y la Financiera de Desarrollo Nacional; entidades subnacionales como la Alcaldía Mayor de Bogotá, Institutos de investigación como el Instituto Humbold; organizaciones de la sociedad civil como la Fundación Natura y Fundación Gaia Amazonas; organismos multilaterales como el PNUD y la FAO en su rol ejecutor; bancos de desarrollo como el BID y CAF; y el sector privado representado por organizaciones como Rockefeller Philanthropy Advisors y ClimateWorks Foundation. Esta multiplicidad de actores refleja el principio de amplirus[65] para la apropiación nacional del fomento a la capacidad y demuestra que el país canaliza el apoyo a través de instituciones gubernamentales centrales, y lo distribuye a lo largo de su ecosistema institucional climático.

La participación de comunidades étnicas y poblaciones vulnerables como interesados activos en el fomento a la capacidad, y no únicamente como beneficiarios pasivos, se demuestra a través de iniciativas en gobernanza indígena y protección de la Amazonía Oriental Colombiana reconociendo los sistemas de conocimiento ancestral como base de la resiliencia climática; así como la integración de comunidades locales del Pacífico y Caribe colombiano en la gestión adaptativa de sus ecosistemas; la comunicación ambiental de emisoras comunitarias, reporteros locales, y empresas sociales verdes en regiones en conflicto donde el foco se extiende hacia poblaciones históricamente excluidas, muestra la incorporación de enfoques de género, diversidad e inclusión en la implementación de la acción climática.

65 Este principio se refiere a la estrategia de participación diversa y descentralizada orientada a garantizar la apropiación nacional del fomento a la capacidad climática. Busca asegurar que el apoyo se canalice institucionalmente y se distribuya de forma inclusiva a través de todos los actores del ecosistema climático del país

La implicación del sector privado y académico como interesados activos se constituye otra dimensión relevante con iniciativas como la divulgación de activos climáticos para América Latina, el apoyo al sector financiero privado y público en la integración del riesgo y la oportunidad climática en las decisiones de inversión, o la articulación para la transición agroecológica (actores académicos, organizaciones del sector agropecuario y formuladores de política pública). Esta muestra se constituye en sí misma en una forma de fomento a la capacidad sistémica al involucrar a múltiples actores en la implementación donde el apoyo recibido genera aprendizajes y capacidades distribuidas que fortalecen la resiliencia institucional del país.

5.9.3. Conclusiones

El análisis de las categorías de información permite generar tres conclusiones generales, en primera instancia, el grupo de apoyos recibidos está orientado hacia capacidades habilitantes transversales (gobernanza, planificación, entorno propicio, asistencia técnica) lo cual es coherente con la fase de actual implementación de la NDC, y es una oportunidad valiosa complementarlo en futuros ciclos con inversiones más específicas en sectores como Salud, Vivienda y Saneamiento, y en esferas como la investigación sistemática y los estudios de vulnerabilidad.

La concentración sectorial en Transversal (43 %) y Ambiente (31 %) contrasta con la diversidad de necesidades sectoriales identificadas en el BTR2 para sectores como Transporte, Salud y Gestión del Riesgo, que reciben una proporción muy inferior del apoyo reportado.

El tipo de necesidad dominante es asistencia técnica y construcción de capacidades (71 %), el que concentra una alta heterogeneidad de proyectos, desde capacitaciones de corto plazo hasta programas multianuales de transformación institucional, por tanto, sería conveniente que el país desarrolle criterios más granulares para clasificar la asistencia técnica, diferenciando entre formación puntual, acompañamiento en implementación y transformación sistémica, a fin de comunicar con mayor precisión ante la CMNUCC.

5.9.4. Estudios de caso sobre el apoyo recibido en Fomento a la Capacidad

Tabla 5-7. Casos de estudio en fomento de la capacidad

<table>
<tr><td colspan="4">Estudio de caso n.1 - apoyo recibido en fomento a la capacidad</td></tr>
<tr><td>Título del proyecto</td><td>Preparando al sector público y financiero para el riesgo de la transición climática: creación de capacidades y llamada a la acción</td><td>Periodo de ejecución:</td><td>09/03/2021 - 27/03/2023</td></tr>
<tr><td>Entidad ejecutora</td><td colspan="3">Centro Regional de Finanzas Sostenibles (CFS) de la Universidad de los Andes</td></tr>
<tr><td rowspan="3">¿Por qué se hizo el proyecto?</td><td rowspan="3">El proyecto surgió ante la creciente necesidad de fortalecer las capacidades de los sectores público y financiero en Colombia para comprender, anticipar y gestionar los riesgos derivados de la transición hacia una economía baja en carbono. En un país cuya economía depende significativamente de la exportación de combustibles fósiles, la transición climática representa riesgos sustanciales para la estabilidad fiscal, macroeconómica y productiva. Por ello, la iniciativa buscó cerrar brechas de conocimiento, promover la toma de decisiones informadas y generar herramientas prácticas para la acción climática.</td><td>Justificación</td><td>Colombia enfrenta una alta exposición al riesgo de transición debido a que más del 50% de sus exportaciones provienen de sectores intensivos en carbono. Las metas nacionales e internacionales de mitigación, incluida la reducción del 51% de emisiones a 2030 implican transformaciones profundas que pueden afectar el sistema financiero, las finanzas públicas y las inversiones. Antes del proyecto existía un vacío importante en la comprensión de estos riesgos por parte de las entidades financieras y responsables de la política pública. El proyecto buscó resolver la falta de información, sensibilización y herramientas técnicas para anticipar impactos económicos, sociales y ambientales.</td></tr>
<tr><td>Antecedentes</td><td>Entre 2020 y 2021 el Centro Regional de Finanzas Sostenibles de la Universidad de los Andes desarrolló investigaciones pioneras sobre exposición macro y microeconómica al riesgo de transición. Estos estudios evidenciaron la vulnerabilidad del país ante la caída proyectada de la demanda global de carbón y petróleo, así como la falta de preparación institucional para enfrentar este reto. Esto sentó las bases para un esfuerzo más amplio de formación, articulación y análisis aplicado que consolidara el conocimiento necesario en el riesgo de transición en Colombia</td></tr>
<tr><td>Contexto</td><td>El proyecto se implementó con financiamiento de UK PACT y ejecución del Centro Regional de Finanzas Sostenibles de la Universidad de los Andes. Se trabajó con entidades gubernamentales, bancos, aseguradoras, fondos de pensiones y universidades, integrando perspectivas regionales, nacionales y sectoriales para comprender la vulnerabilidad del país ante la transición climática.)</td></tr>
<tr><td>Lo que se hizo</td><td colspan="3">Se diseñaron y ejecutaron dos cursos especializados: “Entendiendo y manejando la transición climática” y “Entendiendo y manejando los riesgos climáticos”, con más de 48 horas de formación, complementados con investigación aplicada, ejercicios de análisis de portafolios, modelación macroeconómica y entrenamiento a universidades. Se desarrollaron estudios como el análisis del impacto de la transición en la deuda soberana, la alineación climática de portafolios de aseguradoras, y el impacto macroeconómico de la reducción en la producción y exportación de combustibles fósiles.</td></tr>
<tr><td>Participación de actores involucrados</td><td colspan="3">El proyecto integró activamente a actores públicos, privados y académicos. La participación de funcionarios del gobierno de diferentes áreas, y de representantes sector financiero evolucionó desde la sensibilización inicial hasta el involucramiento y la cocreación de soluciones. La metodología Hands-on (experiencia práctica) permitió que cada entidad participante propusiera acciones y soluciones con la formulación de proyectos concretos aplicados a sus necesidades, fortaleciendo la apropiación del conocimiento e impulsando la acción climática en sus entornos.</td></tr>
</table>

Estudio de caso n.1 - apoyo recibido en fomento a la capacidad			
Dificultades encontradas	Entre las principales limitaciones estuvieron el cambio de gobierno nacional, que generó rotación de funcionarios y afectó la continuidad de algunas instituciones. Por otra parte, se presentaron limitaciones técnicas de la herramienta utilizada para el análisis de portafolios; debido a que incorporaba principalmente factores internacionales. No obstante, las dificultades técnicas fueron gestionadas por cada entidad con la adaptación según su contexto, mientras el acompañamiento y articulación permitió superar los retos de gestión.	Oportunidades identificadas	El proyecto permitió articular actores públicos y privados, fortalecer capacidades institucionales, adquirir nuevos conocimientos relevantes y actuales y sensibilizar sobre la urgencia de actuar frente al riesgo de transición. Así mismo se concientizo en realizar análisis e implementar acciones a nivel regional, demostrando la necesidad de priorizar las regiones más impactadas por el riesgo de transición y transición energética y la temporalidad esperada de esos impactos; lo que permitió continuar posterior al cierre del proyecto con una segunda fase orientada a territorios altamente expuestos y primeros en verse afectados, como Cesar y La Guajira
Lo que se logró	El proyecto fortaleció la capacidad institucional de entidades financieras, aseguradoras, fondos de pensiones y organizaciones públicas clave, a partir de la formación y la investigación aplicada en temas del riesgo de transición y la vulnerabilidad del país a este. Así mismo, facilito la formulación de proyectos según necesidades propias con metodologías que permiten integrar el riesgo de transición, así como con la fertilización cruzada entre el sector financiero y entidades públicas. El trabajo interinstitucional se consolidó en un grupo de actores comprometidos con la preparación temprana ante el riesgo de transición y los riesgos climáticos.	Resultados obtenidos	Se capacitaron 114 participantes y se entrenaron instructores en seis universidades en relación con riesgos climáticos, por medio de la creación y desarrollo de dos cursos enmarcados en investigaciones novedosas sobre riesgos físicos y de transición. La formación brindada permitió a los participantes tener una visión global y regional de los impactos ante los que están expuestos sus organizaciones, e identificar la necesidad de movilizar recursos hacia una transición justa y equitativa. Se generaron 37 productos de acción (proyectos, estrategias y hojas de ruta) para gestionar y manejar los riesgos físicos y de transición desde la perspectiva del sector financiero, asegurador y público. Además, se desarrollaron investigaciones aplicadas que aportaron evidencia crítica sobre vulnerabilidades económicas y sectoriales, en las que se identificó la situación actual del país en relación con los riesgos climáticos y de transición, oportunidades de atención a diferentes niveles, así como recomendaciones para la planificación de una transición justa y equitativa.
Impactos generados	El proyecto apunto a generar un impacto económico significativo para la acción climática, del cual se deriven otros impactos sociales y ambientales al impulsar que los actores reconocieran la necesidad de movilizar recursos para la adaptación y mitigación al cambio climático y la importancia de la conexión entre actores. Además, los actores públicos y sectores financieros se prepararon para planificar y ejecutar sus decisiones de inversión con miras a abordar el riesgo de transición. Se abrió la oportunidad de iniciar la preparación a nivel de regional en el país ante el riesgo de transición, priorizando las regiones dependientes de combustibles fósiles como las más vulnerables.		
Lecciones aprendidas	Entre las principales lecciones aprendidas se destacan la importancia de involucrar temprana y simultáneamente al sector público y privado; la necesidad de fortalecer capacidades institucionales como base para decisiones informadas; el rol clave de la difusión del conocimiento; y el valor de la articulación entre actores para maximizar el impacto		
Conclusiones	El proyecto demostró que la preparación temprana frente al riesgo de transición climática es esencial para proteger la estabilidad económica y social del país, así como para impulsar una transición justa. La cooperación internacional, especialmente a través del financiamiento del UK PACT y la implementación y el acompañamiento del Centro Regional de Finanzas Sostenibles de la Universidad de los Andes, fue fundamental para cerrar brechas de conocimiento, fortalecer instituciones y catalizar acciones coordinadas entre sectores. El caso deja como legado herramientas, capacidades y redes de trabajo indispensables para enfrentar los desafíos presentes y futuros del riesgo de transición.		

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.2 - apoyo recibido en fomento a la capacidad</th></tr>
<tr><td>Título del proyecto</td><td>NaBa Ciudades Resilientes Basadas en la Naturaleza</td><td>Periodo de ejecución:</td><td>01/04/2022 - 30/09/2024</td></tr>
<tr><td>Entidad ejecutora</td><td colspan="3">ICLEI Colombia</td></tr>
<tr><td rowspan="3">¿Por qué se hizo el proyecto?</td><td rowspan="3">El proyecto surgió como una respuesta a la urgencia de abordar de manera conjunta los desafíos del cambio climático y la pérdida de biodiversidad en ciudades colombianas. Reconociendo que estos fenómenos se retroalimentan, la iniciativa buscó fortalecer la resiliencia urbana mediante la integración de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), promoviendo una planificación urbana sostenible y centrada en la adaptación basada en ecosistemas.</td><td>Justificación</td><td>Las ciudades enfrentan crecientes presiones derivadas de la expansión urbana, el deterioro de ecosistemas estratégicos, el aumento de eventos climáticos extremos y la falta de herramientas para integrar la biodiversidad en la gestión territorial. El proyecto respondió a estos retos mediante el fortalecimiento de capacidades locales y el diseño de mecanismos que permitieran incorporar datos, enfoques inclusivos y metodologías de SbN en la toma de decisiones.</td></tr>
<tr><td>Antecedentes</td><td>Tras la 26ª Conferencia de las Partes (COP) sobre el Cambio Climático, el Gobierno de Colombia lanzó la iniciativa Biodiverciudades, que impulsó la necesidad de acompañar a los gobiernos locales en la adopción de SbN.</td></tr>
<tr><td>Contexto</td><td>El proyecto se desarrolló en las ciudades de Pasto, Yopal, Pereira, Villavicencio, Montería y Bucaramanga, con el financiamiento de UK PACT y la implementación de ICLEI Colombia, ICLEI SAMS, el Instituto Alexander Von Humboldt y WRI Colombia. Las seis ciudades del proyecto presentan vulnerabilidades climáticas relacionadas con el manejo del agua, la pérdida de ecosistemas, la expansión urbana y la limitada capacidad institucional, lo que exigía intervenciones adaptadas a su contexto socioambiental</td></tr>
<tr><td>Lo que se hizo</td><td colspan="3">El proyecto desarrolló un conjunto amplio de actividades y productos entre ellos la elaboración de mapas diagnósticos de servicios ecosistémicos; talleres comunitarios; formación técnica para gobiernos locales; pilotos de SbN como corredores verdes, gobernanza hídrica e indicadores de biodiversidad; seminarios temáticos; evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad; herramientas digitales; y recomendaciones de política pública.</td></tr>
<tr><td>Participación de actores involucrados</td><td colspan="3">La participación fue altamente inclusiva, los gobiernos locales, comunidades, academia, organizaciones de la sociedad civil e instituciones contribuyeron en los talleres, diagnósticos participativos y diseño de pilotos. El enfoque GEDSI (Género, Discapacidad e Inclusión Social) permitió integrar perspectivas de género, discapacidad e inclusión social en todo el desarrollo del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Dificultades encontradas</td><td>La rotación institucional tras cambios de gobierno locales afectó la continuidad de los procesos y obligó a reiniciar articulaciones. Además, la carga laboral de funcionarios limitó su participación de manera constante. Estas dificultades fueron mitigadas con el acompañamiento técnico y trabajo colaborativo propiciado por el implementador.</td><td>Oportunidades identificadas</td><td>El proyecto fortaleció la articulación intermunicipal, la adopción de enfoques como las SbN y la gestión hídrica para la planificación urbana, así como la generación de pilotos con alto potencial de replicabilidad. El intercambio de experiencias y conocimientos consolidó capacidades en los gobiernos locales y fomentó la adopción de estrategias y prácticas innovadoras y sostenibles para el desarrollo urbano y mejorar la resiliencia territorial.</td></tr>
</table>

Estudio de caso n.2 - apoyo recibido en fomento a la capacidad			
Lo que se logró	El proyecto mejoró significativamente la capacidad institucional de las autoridades municipales de las ciudades de Pasto, Yopal, Pereira, Villavicencio, Montería y Bucaramanga. El enfoque participativo aplicado mejoró las capacidades técnicas en adaptación climática, manejo de datos, planificación urbana, gobernanza del agua y biodiversidad; además de fortalecer la colaboración entre actores. Con las recomendaciones proporcionadas y la caja de herramientas, los actores fortalecieron sus habilidades para la toma de decisiones basadas en la evidencia y la incorporación de resultados del proyecto en sus instrumentos de planificación local e iniciativas. Por otra parte, los productos de conocimiento generados fueron un gran aporte para comprender la vulnerabilidad de cada ciudad, planificar y poner en práctica medidas de adaptación y mitigación como en los pilotos. Se aportó al trabajo en red con el grupo de ciudades que hacen parte de la red de ICLEI y la red de Ciudades Biodiversas. Mejoró la comunicación de la información técnica alcanzando varios públicos mediante publicaciones en redes sociales y herramientas didácticas como los story maps.	Resultados obtenidos	El proyecto logró que las ciudades de Montería, Villavicencio, Pasto y Yopal integraran directamente las recomendaciones de SbN en sus instrumentos de planificación; mientras que otras 15 sinergias territoriales se alinearon con los hallazgos del proyecto al integrar recomendaciones SbN en algunos planes de desarrollo y planificación urbana. Se desarrollaron pilotos para la reducción de emisiones de carbono en las ciudades de Villavicencio, Montería, Pereira y Bucaramanga, que abordaron temáticas como corredores verdes urbanos, indicadores de biodiversidad, gobernanza hídrica y transporte sostenible. Por otra parte, el proyecto brindó espacios de capacitación e incidencia que permitieron fortalecer las capacidades de 1.219 personas a través de seminarios y talleres realizados en las seis ciudades modelo, promoviendo el intercambio de conocimientos intermunicipales e incorporando perspectivas locales en los procesos de planificación. Asimismo, se logró aplicar el Marco Orientado a la Implementación (MEI) en las seis ciudades modelo para acceder a fondos según las especificaciones de proyecto que tenían priorizados. Las lecciones aprendidas del proyecto se tuvieron en cuenta para orientar la agenda de ciudades resilientes del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el trabajo en el sector de soluciones basadas en la naturaleza del Programa de País UK PACT Colombia. La caja de herramientas de NaBa se publicó en diferentes sitios web de las ciudades modelo, de la red ICLEI, de socios y otras partes interesadas relevantes para la utilización de los productos.
Impactos generados	Los impactos incluyeron el impulso a un cambio sistémico, dotando a los municipios de las herramientas, el conocimiento y las metodologías necesarias para integrar las SbN en la planificación urbana para generar beneficios ambientales. Además, se impulsaron beneficios sociales gracias a la participación de los actores gubernamentales y comunitarios, y el empoderamiento local en los pilotos. De la misma manera se aportó para alcanzar beneficios económicos al fortalecer capacidades de los gobiernos locales para gestionar financiamiento climático y el desarrollo urbano sostenible.		
Lecciones aprendidas	Entre las principales lecciones aprendidas se destaca la importancia de la participación de los actores en todo el ciclo del proyecto; la necesidad de alineación institucional para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto; la importancia de desarrollar capacidades locales para escalar soluciones sostenibles y resilientes; la integración del contexto territorial como base para el desarrollo de SbN; el requerimiento de asegurar la financiación a largo plazo para la implementación de medidas de adaptación y mitigación; y el valor que tiene la difusión del conocimiento para amplificar el impacto del proyecto.		
Conclusiones	El proyecto se consolidó como pionero para operacionalizar acciones concretas en las ciudades colombianas, articulando conocimiento científico, actores locales y herramientas técnicas para la adaptación climática. Demostró que las Soluciones Basadas en la Naturaleza son herramientas efectivas para construir ciudades resilientes al cambio climático. Gracias al apoyo de la cooperación internacional, se fortalecieron capacidades y se implementaron pilotos que posicionan a las seis ciudades como referentes nacionales en resiliencia climática.		

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.3 - apoyo recibido en fomento a la capacidad</th></tr>
<tr><td>Título del proyecto</td><td>Estrategia para la Descarbonización de las Ciudades Capitales de Colombia</td><td>Periodo de ejecución:</td><td>23/08/2021 - 23/08/2024</td></tr>
<tr><td>Entidad ejecutora</td><td colspan="3">Banco Interamericano de Desarrollo - BID</td></tr>
<tr><td rowspan="3">¿Por qué se hizo el proyecto?</td><td rowspan="3">El proyecto se diseñó como una iniciativa orientada a fortalecer la acción climática a nivel subnacional, reconociendo el papel central que desempeñan las ciudades en la generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y, al mismo tiempo, su potencial para liderar procesos de transformación hacia modelos de desarrollo urbano sostenibles. La iniciativa tuvo como propósito principal dotar a los gobiernos locales de herramientas técnicas, información confiable y capacidades institucionales que les permitieran avanzar de manera progresiva hacia la carbono neutralidad, en coherencia con los compromisos climáticos nacionales e internacionales asumidos por Colombia</td><td>Justificación</td><td>El proyecto se fundamenta en la necesidad de cerrar brechas estructurales en la gestión climática urbana. Aunque Colombia cuenta con un marco normativo y de política pública robusto en materia de cambio climático, muchas ciudades capitales carecen de inventarios locales de GEI actualizados, capacidades técnicas para interpretar esta información y herramientas para integrar la descarbonización en sus procesos de planificación y toma de decisiones. El proyecto buscó resolver problemas como la limitada disponibilidad de datos desagregados a nivel local, la insuficiente formación técnica de los equipos municipales y la falta de experiencias piloto que demostraran la viabilidad de estrategias de descarbonización urbana adaptadas al contexto colombiano.</td></tr>
<tr><td>Antecedentes</td><td>El proyecto se desarrolló en el marco de la actualización de la NDC de Colombia en 2020, mediante la cual el país incrementó su meta de reducción de emisiones de GEI al 51 % para 2030. Asimismo, se articuló con instrumentos como la Ley 1931 de 2018, la Política Nacional de Cambio Climático, el impuesto nacional al carbono y la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050. Como antecedente técnico relevante, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo del IDEAM y WWF, desarrolló la Guía para la Elaboración de Inventarios de GEI a nivel local, la cual sirvió de base metodológica para el trabajo realizado en las ciudades.</td></tr>
<tr><td>Contexto</td><td>El proyecto se implementó en ciudades de Barranquilla, Bucaramanga, Leticia, Quibdó, Yopal y Pasto, además de un proyecto piloto en la ciudad de Armenia. Con el financiamiento y ejecución del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en alianza con la Asociación Colombiana de Ciudades Capitales (Asocapitales), en un contexto marcado por la creciente relevancia de la acción climática urbana y la necesidad de fortalecer la gobernanza local frente al cambio climático.</td></tr>
<tr><td>Lo que se hizo</td><td colspan="3">El uso del apoyo recibido se materializó en tres componentes principales: la elaboración de inventarios locales de GEI; el fortalecimiento de capacidades técnicas mediante procesos de capacitación y formación, y el diseño de un proyecto piloto de descarbonización de largo plazo, orientados al fomento de capacidades para la descarbonización urbana. En el primer componente se financiaron consultorías especializadas para apoyar a las ciudades en la elaboración de inventarios de emisiones, brindando herramientas técnicas, acompañamiento metodológico y recomendaciones para la reducción de GEI. El segundo componente se enfocó en la formación de funcionarios públicos a través un curso híbrido certificado, orientado a estrategias de mitigación, gobernanza climática y estructuración de proyectos. Finalmente, el tercer componente permitió diseñar un proyecto piloto de eficiencia energética en edificios públicos de la ciudad de Armenia, con potencial de replicabilidad en otras ciudades.</td></tr>
<tr><td>Participación de actores involucrados</td><td colspan="3">Asocapitales desempeñó un rol central como entidad articuladora del proyecto, liderando la formulación, implementación y seguimiento de las actividades, y facilitando la relación entre el BID y los gobiernos locales. Las alcaldías y equipos técnicos municipales participaron activamente en talleres, recolección de información, validación de resultados y procesos de formación. Adicionalmente, la Universidad Externado de Colombia aportó su experiencia académica en el diseño y ejecución del programa de capacitación, fortaleciendo la calidad técnica del proceso.</td></tr>
</table>

Estudio de caso n.3 - apoyo recibido en fomento a la capacidad			
Dificultades encontradas	Entre las principales dificultades se identificaron los cambios de administración local, que en algunos casos limitaron la continuidad institucional y la adopción de los resultados del proyecto. Asimismo, las restricciones de los gobiernos locales obstaculizaron la implementación inmediata de algunas de las acciones propuestas. También se evidenció que el alcance temporal del proyecto fue limitado frente a la magnitud de los retos asociados a la descarbonización urbana.	Oportunidades identificadas	El proyecto permitió identificar oportunidades importantes, como el alto interés y compromiso de los gobiernos locales por fortalecer sus capacidades en acción climática. La capacitación dirigida a funcionarios municipales fue ampliamente valorada y contribuyó a sensibilizar y empoderar a los equipos técnicos. El enfoque subnacional facilitó el diseño de estrategias ajustadas a las realidades territoriales, y genero aprendizajes replicables en otras ciudades.
Lo que se logró	El proyecto contribuyó de manera significativa a la mejora de la capacidad técnica, institucional y organizacional de las ciudades participantes, fortaleciendo su habilidad para gestionar información climática, planificar acciones de mitigación y avanzar hacia la carbono neutralidad.	Resultados obtenidos	Entre los principales resultados se destaca la elaboración de inventarios locales de GEI en seis ciudades capitales (Barranquilla, Bucaramanga, Leticia, Pasto, Quibdó, Yopal). Que incluyen recomendaciones para que las autoridades locales reduzcan sus emisiones en función de las actividades con mayor consumo de recursos y residuos; lo que les permite elaborar sus planes de reducción de emisiones de GEI. El fortalecimiento de capacidades mediante el diseñó y desarrolló de un curso híbrido de 60 horas para funcionarios públicos de las ciudades capitales de Colombia, enfocado en estrategias de mitigación y adaptación y la creación de políticas e incentivos financieros en los planes y programas locales, para reducir emisiones y mitigar los impactos del cambio climático en sus municipios. Además del diseño de un piloto de intervención para la ciudad de Armenia, a partir de la realización de auditorías energéticas en varios edificios públicos de la ciudad para identificar el consumo energético, su distribución y uso, y las posibles estrategias para reducirlo en edificios públicos y otros de características similares.
Impactos generados	El proyecto aporto a generar impactos positivos a nivel ambiental, al mejorar la identificación de fuentes de emisión y oportunidades de reducción de GEI. A nivel social, apoyo mediante el fortalecimiento de capacidades y el desarrollo de competencias técnicas en los equipos municipales; y a nivel económico, promovió la eficiencia energética y la optimización del uso de recursos públicos, contribuyendo a una gestión urbana más sostenible		
Lecciones aprendidas	Entre las principales lecciones aprendidas se destaca la importancia de contar con información confiable y desagregada para la gestión del cambio climático a escala nacional y local; y la necesidad de fortalecer las capacidades y los esquemas de gobernanza mediante redes de conocimiento y cooperación entre ciudades. Por otra parte, se evidenció que la selección de ciudades beneficiarias debe responder a municipios con una mayor necesidad de reducir sus emisiones de GEI. Asimismo, que el impacto de la desagregación de los recursos en varias cuidades para proyectos de baja financiación limita el impacto final alcanzado.		
Conclusiones	El proyecto demuestra que el fortalecimiento de capacidades a nivel subnacional es un factor clave para avanzar en la acción climática del país. El apoyo de la cooperación internacional fue fundamental no solo por el financiamiento aportado, sino por la asistencia técnica integral brindada a lo largo de todo el ciclo del proyecto. Esta experiencia resalta la importancia de continuar promoviendo alianzas internacionales que permitan fortalecer la gobernanza climática local, impulsar la descarbonización urbana y contribuir al cumplimiento de los compromisos climáticos de Colombia.		

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.4 - apoyo recibido en fomento a la capacidad</th></tr>
<tr><td>Título del proyecto</td><td>Gobernanza y financiamiento para la acción climática en Colombia</td><td>Periodo de ejecución:</td><td>16/06/2021 – 16/06/2024</td></tr>
<tr><td>Entidad ejecutora</td><td colspan="3">Banco Interamericano de Desarrollo - BID</td></tr>
<tr><td rowspan="3">¿Por qué se hizo el proyecto?</td><td rowspan="3">La iniciativa respondió a la necesidad de consolidar un marco robusto de gobernanza climática y de financiamiento que permitiera al país cumplir sus compromisos internacionales en el marco del Acuerdo de París, particularmente la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) actualizada en 2020 y la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050. El proyecto reconoció que la acción climática requiere de instituciones sólidas, marcos normativos coherentes, instrumentos financieros adecuados y capacidades técnicas especializadas. El proyecto se formuló en estrecha sinergia con la operación de crédito Programa de Crecimiento Sostenible y Resiliente (PBP CO-L1264 y CO-L1274), entre el BID y el gobierno de Colombia, y en el que participaron otros financiadores.</td><td>Justificación</td><td>Estudios nacionales estiman que la brecha anual de financiamiento para la mitigación y adaptación al cambio climático asciende a aproximadamente USD 860 millones, lo que representa un obstáculo estructural para el cumplimiento de las metas climáticas. Adicionalmente, se identifican debilidades institucionales y capacidades desiguales entre las entidades nacionales responsables de la gestión climática, así como vacíos normativos que limitan el uso efectivo de instrumentos económicos como los mercados de carbono.</td></tr>
<tr><td>Antecedentes</td><td>El proyecto se enmarca en la Ley 1931 de 2018, el Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022 y la NDC 2.0 (2020). Asimismo, se articula con la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (ENFC), definida inicialmente en 2017, y con la estrategia nacional de mercados de carbono. Como antecedente clave, se identificó la necesidad de formular y actualizar los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS).</td></tr>
<tr><td>Contexto</td><td>La iniciativa conto con el financiamiento y ejecución del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y tuvo como entidades receptoras y beneficiarias al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Departamento Nacional de Planeación. El proyecto se desarrolló en un contexto marcado por la reactivación económica post pandemia, la transición hacia la carbono neutralidad y la necesidad de fortalecer la gobernanza climática.</td></tr>
<tr><td>Lo que se hizo</td><td colspan="3">El uso del apoyo de la cooperación internacional se materializó en tres componentes principales. El primer componente se centró en la gobernanza y el fortalecimiento de capacidades para la gestión del cambio climático, apoyando la formulación de los PIGCCS del Ministerio de Ambiente y del Ministerio de Hacienda. Este componente incluyó estudios técnicos, análisis de riesgo climático y el desarrollo de herramientas de política pública. El segundo componente estuvo orientado al desarrollo de instrumentos económicos y financieros para la acción climática. En este marco, se apoyó la actualización de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático, el fortalecimiento del marco normativo de los mercados de carbono y la preparación de proyectos normativos asociados a mecanismos de precios al carbono. El tercer componente tuvo un carácter transversal y apoyó actividades de comunicación, publicaciones, talleres y eventos de difusión para promover la apropiación institucional y social de los resultados del proyecto</td></tr>
<tr><td>Participación de actores involucrados</td><td colspan="3">El proyecto se caracterizó por una alta participación y liderazgo del Gobierno nacional. Las entidades beneficiarias participaron activamente desde la identificación de necesidades, la formulación de términos de referencia, la supervisión de consultorías y la validación de productos. El BID brindó financiamiento y asistencia técnica integral, acompañando de manera cercana todas las fases del proyecto. Asimismo, se contó con la participación de actores interinstitucionales como la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), el Comité de Gestión Financiera de la CICC y representantes del sector privado y la sociedad civil, especialmente en espacios de consulta, talleres y eventos de difusión.</td></tr>
<tr><td>Dificultades encontradas</td><td>Entre las principales dificultades se identificó la no adopción inmediata de algunos productos al cierre del proyecto, así como la limitada capacidad humana de las entidades</td><td>Oportunidades identificadas</td><td>El proyecto generó importantes oportunidades, entre ellas un diálogo cercano y continuo con el Gobierno; la articulación de distintas operaciones del BID para potenciar impactos; y una implementación flexible que permitió adaptar actividades y productos a las prioridades cambiantes del contexto nacional. Estas condiciones</td></tr>
</table>

Estudio de caso n.4 - apoyo recibido en fomento a la capacidad			
	beneficiarias para asumir múltiples reformas de manera simultánea. Adicionalmente, se evidenció una baja articulación entre los diferentes cooperantes internacionales que apoyan la agenda climática del país, lo que afecta maximizar el impacto colectivo de las intervenciones.		facilitaron un alto nivel de apropiación institucional y fortalecieron el liderazgo del Gobierno en la agenda climática.
Lo que se logró	El proyecto contribuyó de manera significativa a la mejora de la capacidad institucional del Estado colombiano para diseñar, financiar e implementar políticas de acción climática, fortaleciendo la gobernanza, la planificación sectorial y los instrumentos financieros. .	Resultados obtenidos	Entre los principales resultados se destacan la adopción oficial del Plan Integral de Cambio Climático y Biodiversidad del Ministerio de Hacienda en 2024; el análisis de riesgo climático sobre activos ambientales clave, para contribuir al Plan Integral de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente; y herramientas de política para promover la implementación del Plan Integral de Cambio Climático del Sector de Comercio, Industria y Turismo. Así mismo, la actualización y adopción de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático en 2022; el plan de acción y el diseño de un mecanismo de seguimiento y un esquema de asignación de la estrategia actualizada. Se suma la preparación de un componente robusto de clima y ambiente en el Plan Nacional de Desarrollo 2023–2026. La elaboración de los textos que incorporan las adecuaciones a la normativa vigente en materia de mercados voluntarios de carbono y proyectos de ley durante el período 2021-2023. Así como, el fortalecimiento al Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (RENARE) de Colombia. Por otra parte, se realizaron publicaciones, talleres y comunicaciones como un libro que recopila los principales avances en política ambiental y de cambio climático del país, y los documentos de la Estrategia Nacional de Financiamiento Climático y del Plan Climático del Ministerio de Hacienda
Impactos generados	El proyecto generó impactos positivos a nivel ambiental, al fortalecer los instrumentos de política pública para la mitigación de GEI y la adaptación al cambio climático; a nivel económico, al mejorar la planificación y movilización de recursos financieros públicos y privados; y a nivel social, al fortalecer las capacidades para la toma de decisiones de las entidades nacionales responsables de la acción climática justa y equitativa.		
Lecciones aprendidas	Entre las principales lecciones aprendidas se destaca la importancia del trabajo colaborativo entre actores para maximizar el impacto, la innovación como respuesta a desafíos complejos, y la flexibilidad como punto clave en la implementación de proyectos de cooperación técnica. Asimismo, se evidenció el valor de combinar reformas normativas con estrategias de comunicación y apropiación institucional para fortalecer la gobernanza climática.		
Conclusiones	El proyecto demuestra que el fortalecimiento de la gobernanza y el financiamiento climático es un elemento esencial para cumplir los compromisos climáticos del país. El apoyo de la cooperación internacional fue clave no solo por el financiamiento otorgado, sino por la asistencia técnica integral brindada, que permitió al Gobierno avanzar en reformas estructurales y fortalecer sus capacidades para una acción climática efectiva y sostenible.		

<table>
<tr><th colspan="4">Estudio de caso n.5 - apoyo recibido en fomento a la capacidad</th></tr>
<tr><td>Título del proyecto</td><td>Acelerar el desarrollo de nuevas empresas de bioeconomía y mejorar las capacidades para la promoción de empleos verdes y una mayor ambición de acción climática a partir de la implementación e integración de políticas</td><td>Periodo de ejecución:</td><td>25/02/2021 – 24/02/2022</td></tr>
<tr><td>Entidad ejecutora</td><td colspan="3">Global Green Growth Institute (GGGI)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">¿Por qué se hizo el proyecto?</td><td rowspan="3">El proyecto fue concebido como una iniciativa estratégica para apoyar la transición de Colombia hacia un modelo de desarrollo bajo en carbono, inclusivo y sostenible. Su propósito central fue fortalecer la capacidad del Gobierno nacional para implementar, monitorear e integrar de manera efectiva la Política de Crecimiento Verde, con especial énfasis en la bioeconomía y la promoción de empleos verdes como motores del desarrollo económico y la acción climática.

Al mismo tiempo, el proyecto abordó la necesidad de fortalecer el capital humano y las capacidades institucionales para responder a los retos del crecimiento verde, la Agenda 2030 y los compromisos asumidos en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).</td><td>Justificación</td><td>El proyecto se fundamenta en los desafíos estructurales que enfrenta Colombia en materia de mitigación del cambio climático, generación de empleo sostenible y fortalecimiento institucional. De acuerdo con la NDC 2.0 (2020), el país emitió aproximadamente 224 Mton de CO_2eq en 2010, principalmente provenientes de los sectores de agricultura y otros usos del suelo, energía, residuos e industria. Por otra parte, el crecimiento verde requiere avanzar en el desarrollo de programas de formación técnica y profesional que preparen a la población para empleos verdes.</td></tr>
<tr><td>Antecedentes</td><td>El proyecto se apoya en la Política de Crecimiento Verde de 2018 y las recomendaciones de la Misión Internacional de Sabios de 2019, que impulsaron el posicionamiento de la bioeconomía como eje estratégico del desarrollo nacional. Asimismo, se articula con la Estrategia Nacional de Bioeconomía y con iniciativas como el programa Colombia BIO3, convocatorias sectoriales y esfuerzos regulatorios del Gobierno. En 2020, MinCiencias lideró la Misión de Bioeconomía con el apoyo del DNP, Minambiente, MinComercio y otras entidades.</td></tr>
<tr><td>Contexto</td><td>El proyecto se implementó con la financiación del UK PACT y ejecución del Global Green Growth Institute (GGGI). Tuvo alcance nacional y un carácter transversal, involucrando entidades como MinCiencias, Departamento Nacional de Planeación (DNP), SENA, Minambiente, MinComercio e iNNpulsa, así como empresas privadas del sector bioeconómico.</td></tr>
<tr><td>Lo que se hizo</td><td colspan="3">El uso del apoyo recibido se materializó en tres líneas de acción principales: la aceleración de negocios de bioeconomía, el desarrollo de capacidades para la promoción de empleos verdes, y el refuerzo del seguimiento, reporte e integración de la Política de Crecimiento Verde con la Agenda 2030.
En la primera línea, se desarrolló e implementó el mecanismo acelerador de negocios de bioeconomía MAPBIO, una herramienta diseñada para brindar apoyo técnico a la promoción de negocios de bioeconomía hasta su comercialización. La segunda línea se enfocó en ampliar la oferta de formación técnica del SENA mediante el diseño de nuevos programas curriculares en sectores clave del crecimiento verde. La tercera línea fortaleció las capacidades del DNP para integrar el crecimiento verde en la planificación nacional y subnacional.</td></tr>
<tr><td>Participación de actores involucrados</td><td colspan="3">El proyecto respondió a solicitudes expresas de apoyo por parte del DNP, MinCiencias y el SENA, quienes participaron activamente desde la fase de diseño hasta la ejecución y validación de los productos. Las entidades demostraron un alto grado de compromiso institucional, colaborando en la elaboración de términos de referencia, procesos de evaluación, selección y validación técnica. Asimismo, se contó con una participación del sector privado, particularmente de las empresas y organizaciones beneficiarias del mecanismo MAPBIO, y de actores vinculados a las redes de conocimiento del SENA. El GGGI actuó como entidad ejecutora, articuladora y realizo asistencia técnica.</td></tr>
</table>

Estudio de caso n.5 - apoyo recibido en fomento a la capacidad			
Dificultades encontradas	Entre las principales dificultades se identificó como una limitante el periodo de implementación de solo un año; lo cual obligó a desarrollar las actividades en plazos ajustados que no siempre coinciden con los tiempos institucionales y de los beneficiarios. En el caso de la aceleración de bioproductos, algunos procesos requieren mayor tiempo para consolidar resultados, especialmente aquellos desarrollados en contextos rurales.	Oportunidades identificadas	El proyecto generó importantes oportunidades, entre ellas responder a la alta demanda de asistencia técnica especializada en bioeconomía; lo que dio lugar al lanzamiento de MAPBIO 2.0 y su posterior continuidad con la versión MAPBIO 3.0. Asimismo, el trabajo conjunto con el SENA permitió diseñar programas educativos pertinentes y de alta calidad. Por otra parte, las recomendaciones generadas para el crecimiento verde lograron una incidencia directa en la planificación nacional.
Lo que se logró	El proyecto contribuyó de manera significativa a la mejora de la capacidad institucional, técnica y productiva de las entidades públicas y privadas involucradas, fortaleciendo la implementación de la Política de Crecimiento Verde y la acción climática en Colombia.	Resultados obtenidos	Entre los principales resultados se destacan el mecanismo MAPBIO 2.0 desarrollado, lanzado e implementado con MinCiencias; que brindó asistencia técnica personalizada a 13 procesos, para finalmente acelerar cuatro proyectos y nueve bioproductos, lo que permitió a MinCiencias avanzar en la implementación de la Estrategia Nacional de Bioeconomía y la validación de bioproductos. Junto con los desarrolladores de proyectos de MAPBIO y MinCiencias se elaboró la publicación de cuatro casos de estudio completos para recopilar y difundir las lecciones aprendidas de MAPBIO para su futura replicación y escalamiento. Así mismo, se desarrollaron en colaboración con el SENA tres nuevos programas de desarrollo de capacidades técnicas bajas en carbono: “Gestión de Sistemas Agroecológicos”, “Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos” y “Gestión de la Eficiencia Energética”, para la promoción y consolidación de futuros empleos verdes. Se fortaleció a tres redes de conocimiento del SENA: Eficiencia Eléctrica, Biotecnología y Medio Ambiente. Esto se logró mediante los foros “Generando empleos verdes para la reactivación sostenible de Colombia”, “1°Seminario de Biotecnología Aplicada al Medio Ambiente y la Agricultura”, “Seminario Nacional sobre Tráfico Ilícito de Flora y Fauna” y “Crecimiento Verde para la reactivación económica: oportunidades desde la formación técnica y tecnológica en Colombia”. Adicionalmente, se elaboraron recomendaciones técnicas para el crecimiento verde y bajo en carbono, desarrolladas en conjunto con el DNP que sirvieron como insumo para el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. Se elaboro una herramienta de visualización de datos para apoyar la toma de decisiones basadas en evidencia, centradas en el progreso de las agendas nacionales e internacionales bajas en carbono. Se realizó una estrategia para posicionar la Política de Crecimiento Verde y objetivos de descarbonización de Colombia en el contexto presidencial 2022-2026.

Estudio de caso n.5 - apoyo recibido en fomento a la capacidad	
Impactos generados	El proyecto fomenta impactos ambientales al incentivar acciones para la reducción de emisiones de GEI mediante la promoción de proyectos y negocios de bioeconomía. Al mismo tiempo el impulso brindado a empresas y organizaciones de bioeconomía, y a la generación de empleos verdes genera un impacto económico. Los impactos sociales se vinculan con fortalecer capacidades, promover la inclusión social y de género y mejorar las oportunidades educativas y laborales
Lecciones aprendidas	Entre las lecciones aprendidas se destacan la importancia de diversificar beneficiarios, para ampliar el impacto del proyecto al sector público y privado como actores claves para el crecimiento verde y bajo en carbono. Además, el valor del trabajo embebido con las instituciones; la necesidad de plazos más amplios de implementación para los proyectos que se adecuen a los procesos de innovación; y el impacto positivo de combinar asistencia técnica especializada con intercambio de conocimiento y difusión de buenas prácticas.
Conclusiones	El proyecto demuestra que el apoyo de la cooperación internacional es fundamental para fortalecer capacidades, acelerar la acción climática y consolidar la bioeconomía como eje del desarrollo sostenible en Colombia. La experiencia evidencia que la integración de políticas, el desarrollo de capacidades y la articulación público-privada son elementos clave para aumentar la ambición climática y avanzar hacia un crecimiento verde e inclusivo.

Estudio de caso n.6 - apoyo recibido en fomento a la capacidad			
Título del proyecto	Impulso a la electrificación rural mediante el desarrollo de capacidades de actores públicos y privados	Periodo de ejecución:	25/02/2021 – 24/02/2022
Entidad ejecutora	Global Green Growth Institute (GGGI)		
¿Por qué se hizo el proyecto?	El proyecto se concibió como una intervención estratégica para fortalecer la acción climática en Colombia a través del acceso a la electricidad en zonas rurales y no interconectadas, mediante soluciones de energías renovables. La iniciativa respondió a la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético, cerrar las brechas de acceso a servicios básicos en territorios rurales y fortalecer las capacidades institucionales y del sector privado para estructurar e implementar proyectos de electrificación sostenible	Justificación	El proyecto se sustenta en los compromisos asumidos por Colombia en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), que exige intervenciones ambiciosas de mitigación en el sector energético. Por otra parte, en las Zonas No Interconectadas (ZNI), los generadores diésel representan aproximadamente el 92 % de la capacidad instalada, lo que genera altos costos económicos, dependencia de combustibles fósiles y significativas emisiones de CO_2. Adicionalmente, Colombia enfrenta una amplia brecha de electrificación rural, con cerca de 505.981 hogares sin acceso a electricidad. Aunque los esfuerzos de electrificación rural son impulsados principalmente por entidades subnacionales, muchas de las propuestas no cumplen con los estándares técnicos y financieros requeridos para acceder a fuentes de financiamiento.
		Antecedentes	El proyecto se articula con el Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022, que estableció el objetivo de brindar servicios de electricidad sostenible a 100.000 hogares para 2022, y con las políticas sectoriales lideradas por el Ministerio de Minas y Energía (MME) y el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas (IPSE).

Estudio de caso n.6 - apoyo recibido en fomento a la capacidad			
		Contexto	El proyecto se implementó con la financiación del UK PACT y ejecución del Global Green Growth Institute (GGGI). Tuvo un alcance nacional, con énfasis en zonas rurales, ZNI, territorios PDET y ZOMAC, en un contexto de transición energética, reducción de emisiones y búsqueda de soluciones inclusivas para el desarrollo rural.
Lo que se hizo	El uso del apoyo de la cooperación internacional se materializó en el desarrollo de módulos de capacitación en línea agrupados en el certificado "Desarrollador Certificado de Proyectos de Electrificación Rural", disponible en las plataformas del MME para su uso continuo. Asimismo, se estableció un grupo de trabajo de entidades subnacionales que hicieran parte del proyecto, con el fin de facilitar el intercambio de conocimientos y buenas prácticas. El proyecto también brindó asistencia técnica directa para la formulación de proyectos bajo la metodología MGA y apoyó al sector privado en el diseño y estructuración de proyectos para la electrificación sostenible.		
Participación de actores involucrados	: El proyecto se desarrolló a partir de solicitudes expresas del MME y el IPSE, quienes participaron activamente desde la fase de diseño hasta la implementación y validación de resultados. Las entidades subnacionales, desarrolladores del sector privado y actores del sector energético participaron de manera constante en mesas subnacionales, seminarios web y espacios de intercambio de conocimientos. El GGGI proporciono asistencia técnica, actuó como entidad ejecutora, facilitando la articulación entre actores públicos y privados, y promoviendo la apropiación institucional.		
Dificultades encontradas	Entre las principales dificultades se identificó como limitante la duración de 12 meses del proyecto; lo que obstaculizó la implementación de soluciones transformadoras en contextos rurales complejos. Asimismo, se presentaron retrasos en el avance de los Planes de Energización Rural Sostenible (PERS), particularmente en el departamento del Chocó, lo que llevó a la cancelación de este componente y a la reorientación del presupuesto.	Oportunidades identificadas	El proyecto generó importantes oportunidades, entre ellas permitió identificar comunidades con alto potencial para la electrificación sostenible y fortalecer la articulación entre entidades nacionales y subnacionales. La alta demanda por asistencia técnica y capacitación evidenció la relevancia del enfoque de desarrollo de capacidades, y facilitó la continuidad de los grupos de trabajo y de los proyectos rurales de electrificación más allá del periodo de implementación del proyecto
Lo que se logró	El proyecto contribuyó de manera significativa a la mejora de la capacidad institucional, técnica y de planificación de las entidades subnacionales, así como del MME y el IPSE, para estructurar e implementar proyectos de electrificación rural sostenible con energías renovables. Por otra parte, proporciono asistencia técnica al sector privado para desarrollar modelos de negocio replicables y lograr la bancabilidad y el cierre financiero de los proyectos seleccionados.	Resultados obtenidos	Entre los principales resultados se destacan el desarrollo e implementación del curso virtual "Formulación y estructuración de proyectos de electrificación rural con energías renovables" a MME y al IPSE, disponible en la plataforma educativa virtual de MME. El curso, compuesto por cuatro módulos virtuales, ofrece una solución de capacitación en línea dirigida a las entidades subnacionales que enfrentan deficiencias en su capacidad para desarrollar energías renovables. Además, estos conocimientos fueron impartidos en las mesas subnacionales de electrificación rural. Por otra parte, se estableció un grupo de trabajo subnacional que abarcó 19 regiones que ha proporcionado una plataforma para a debatir las necesidades, barreras y oportunidades de electrificación rural. Gracias al proyecto, se actualizaron y mejoraron los criterios técnicos y financieros de dos proyectos públicos de electrificación rural con energías renovables al Sistema General de Regalías. Además, se implementaron cuatro proyectos fuera de la red interconectada liderados por el sector privado; y se

Estudio de caso n.6 - apoyo recibido en fomento a la capacidad			
			diseñó, estructuró y comercializó modelos de negocio, para los que se obtuvieron cartas de intención que formalizan compromisos de inversión anticipada.
Impactos generados	El proyecto aporta a generar impactos sociales con el impulso a la electrificación sostenible de 100.000 hogares rurales, y desarrollar las capacidades para una adopción acelerada de la electrificación sostenible en otros 405.891 hogares de la zona rural colombiana que carecen de acceso a la electricidad. El impacto ambiental radica en su contribución para lograr la reducción de aproximadamente 0,16 Mton de CO_2eq al año, con un potencial acumulado de 1,28 Mton al 2030. En el ámbito económico, impulsa modelos de negocio replicables y la movilización de inversión privada para la electrificación sostenible.		
Lecciones aprendidas	Entre las principales lecciones aprendidas se destaca la importancia de una colaboración con los actores gubernamentales de fuerte presencia local, para llegar a una audiencia más amplia e interactuar con los beneficiarios del proyecto. La necesidad de periodos de implementación más amplios a un año para implementar soluciones transformadoras en zonas rurales. La relevancia de fortalecer capacidades no solo para la formulación, sino también para la ejecución de proyectos financiados. Asimismo, el enfoque de género e inclusión social es clave para la apropiación de las soluciones energéticas.		
Conclusiones	El proyecto demuestra que el desarrollo de capacidades es un elemento fundamental para acelerar la acción climática y la transición energética en contextos rurales. Reconociendo que los desafíos de la electrificación no se limitan a la disponibilidad tecnológica, sino que incluyen barreras técnicas, institucionales, financieras y de gestión de proyectos. El apoyo de la cooperación internacional fue determinante para fortalecer capacidades institucionales, movilizar inversión y acompañar al país en la implementación de soluciones de electrificación sostenible que contribuyen a la mitigación del cambio climático y al desarrollo social y económico de las comunidades rurales.		

5.10. Información sobre el apoyo requerido y recibido por las Partes que son países en desarrollo para la aplicación del artículo 13 del Acuerdo de París y las actividades relacionadas con la transparencia, incluido el fomento de la capacidad en el ámbito de la transparencia (MPG 143, 144 (formato tabular) y 145)

Para Colombia, el ejercicio de compilación y análisis de necesidades representa una oportunidad estratégica de diagnóstico institucional respecto a las capacidades técnicas, infraestructura tecnológica y recursos financieros requeridos para cumplir cabalmente con los compromisos de transparencia derivados del Artículo 13. La transición hacia los BTR demandó no solo la disponibilidad de datos robustos y sistemas de información confiables, sino también el fortalecimiento sostenido de los arreglos institucionales que garanticen la generación, recopilación, validación y reporte de información climática de calidad.

Este diagnóstico organiza y pasa revista a las 62 iniciativas identificadas en el proceso de consulta categorizadas en tres dimensiones: fomento de capacidades institucionales y técnicas; transferencia y desarrollo de tecnología; y financiamiento. Estas necesidades reflejan tanto los vacíos actuales como las ambiciones del país para fortalecer su arquitectura institucional de transparencia, en alineación con los estándares del Marco Reforzado de Transparencia y en cumplimiento de las MPG 143, 144 y 145. El análisis que sigue proporciona una evaluación integral de la estructura de necesidades identificadas, con énfasis en la identificación de patrones, prioridades emergentes e implicaciones para la sostenibilidad de los sistemas de información climática del país.

5.10.1. El apoyo requerido y recibido para la elaboración de informes con arreglo al artículo 13

5.10.1.1. Apoyo recibido

Colombia ha recibido apoyo significativo de múltiples cooperantes internacionales para fortalecer su capacidad institucional en materia de transparencia climática y transición al Marco Reforzado de Transparencia (ETF).

Este apoyo ha sido estructurado a través de diversas modalidades y se ha materializado en iniciativas diseñadas específicamente para el contexto nacional.

El principal cooperante ha sido la Iniciativa de Fortalecimiento de Capacidades para la Transparencia - Programa de Apoyo Global (CBIT-GSP), financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y ejecutado por el Centro Climático del PNUMA en Copenhague. El CBIT-GSP es un proyecto de cinco años de duración diseñado puntualmente para apoyar a países en desarrollo en su transición al ETF e implementación de los Informes Bienales de Transparencia (BTR) conforme al Acuerdo de París. El proyecto opera mediante múltiples componentes, destacando particularmente sus Redes de Transparencia organizadas por región e idioma, a través de las cuales se brinda apoyo fundamental, directo y sostenido a los países participantes. A través del CBIT-GSP, Colombia ha recibido apoyo en dos dimensiones clave:

- Fomento de capacidades para la identificación, clasificación y reporte sistemático de necesidades de apoyo conforme a las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) 143-145.

- Intercambio técnico con expertos internacionales para el fortalecimiento de capacidades respecto a la pertinencia de inclusión de financiamiento requerido de proyectos y medidas bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París, así como para clarificar el abordaje diferenciado entre obligaciones de reporte del Artículo 6 versus Artículo 13.

Esta asistencia técnica ha contribuido significativamente al proceso de compilación de necesidades que se presenta en el actual reporte. Se prevé que CBIT-GSP continúe desarrollando espacios complementarios de intercambio de conocimiento con expertos internacionales para refinar la caracterización de necesidades y mejorar su alineación con estándares internacionales.

Adicionalmente, Colombia ha recibido apoyo institucional por parte de la Alianza para la Transparencia en el Acuerdo de París (PATPA). Esta alianza ha orientado sus esfuerzos durante 2024 hacia dos objetivos estratégicos complementarios:

- Apoyar y animar a los países en desarrollo para que preparen y presenten oportunamente sus primeros Informes Bienales de Transparencia, facilitando así el cumplimiento de compromisos derivados del Acuerdo de París.

- Reforzar el reconocimiento de la transparencia como un principio rector fundamental de las políticas climáticas ambiciosas a nivel nacional e internacional.

El apoyo de PATPA ha contribuido a fortalecer el posicionamiento institucional de la transparencia climática dentro de la agenda de política pública nacional.

Estos apoyos, combinados, han creado condiciones propicias para que Colombia avance en la caracterización integral de sus necesidades de apoyo, tal como se presenta en este informe. Sin embargo, la magnitud y especificidad de las necesidades identificadas (particularmente en términos de financiamiento requerido, transferencia de tecnología, y fortalecimiento sostenido de capacidades) demanda que estos esfuerzos de cooperación internacional se intensifiquen y se complementen con compromisos adicionales de proveedores bilaterales, multilaterales y del sector privado.

Finalmente, Colombia continúa recibiendo apoyo en el marco de la Iniciativa de Creación de Capacidades para la Transparencia - Programa de Apoyo Global (CBIT-GSP), orientada a apoyar a los países en desarrollo en la transición hacia los esquemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV) y en la elaboración de los Informes Bienales de Transparencia (BTR). Cabe aclarar que este proyecto sigue vigente; sin embargo, el monto total del apoyo fue reportado en BTR1, razón por la cual no se incluye en los formatos tabulares del presente informe.

5.10.1.2. Apoyo requerido

De acuerdo con el proceso de compilación de necesidades adelantado en el marco del Artículo 13 del Acuerdo de París, Colombia identificó 62 iniciativas de apoyo requerido para el fortalecimiento de la transparencia climática, distribuidas en las tres temáticas ampliamente esbozadas en los demás apartados del presente capitulo: 35 corresponden a fomento de la capacidad (56,5 %), 20 a financiamiento (32,3 %) y 7 a desarrollo y transferencia de tecnología (11,3 %). Estas necesidades fueron reportadas por las entidades y equipos técnicos responsables de los sistemas que integran el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), así como por las instancias transversales de coordinación, e incorporan las áreas de mejora identificadas en la revisión técnica de expertos (TER) del primer Informe Bienal de Transparencia en materia de inventario de GEI, seguimiento de la NDC y adaptación.

La totalidad de actividades previstas o en curso, se vislumbran con horizontes de ejecución entre 2026 y 2032, lo que evidencia que las necesidades reportadas responden a un ciclo de planificación de mediano plazo alineado con la implementación de la NDC y con los ciclos bienales de reporte dentro del Marco Reforzado de Transparencia.

5.10.1.2.1. Financiamiento

El financiamiento para sistemas de información climática representa una necesidad estratégica crítica. De las 62 iniciativas identificadas, 20 requieren financiamiento directo, con un monto aproximado de USD $181.221.144. Esta cifra concentra principalmente recursos para modernización del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) en primer lugar, garantizar la implementación de la segunda fase de implementación del Inventario Forestal Nacional (INF) así como el fortalecimiento en la arquitectura el Sistema Nacional de Inventario de GEI (SINGEI)

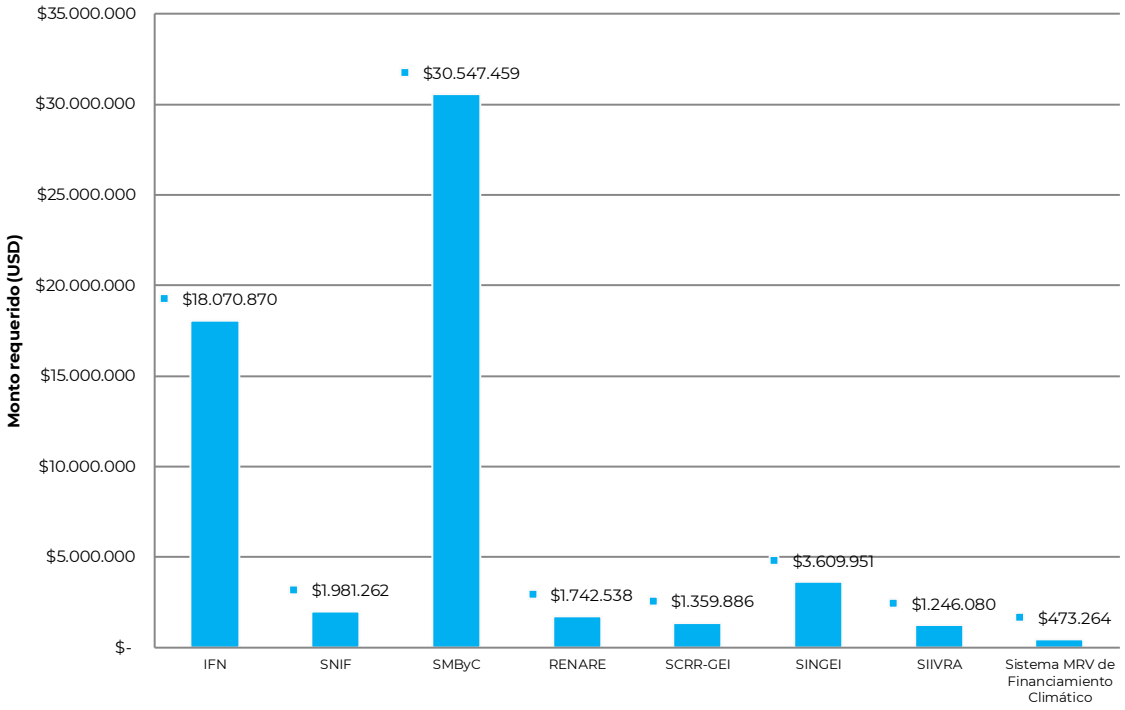


Figura 5-57. Apoyo financiero requerido para el mantenimiento de los sistemas del SNICC

Fuente. Elaboración propia.

En términos de prioridades de inversión, el patrón observado en la Figura sugiere tres líneas de acción diferenciadas. La primera corresponde al aseguramiento de la continuidad operativa del SMByC y del IFN, cuya interrupción comprometería directamente la capacidad del país para sostener series temporales consistentes desde 1990 y para reportar el sector de uso de la tierra conforme a las Directrices del IPCC de 2006; dada la magnitud del monto y su horizonte 2026–2032, esta línea difícilmente puede cubrirse con una sola fuente y requiere esquemas de financiamiento combinado que articulen presupuesto nacional, cooperación bilateral y multilateral, y mecanismos basados en resultados.

La segunda línea, de menor cuantía, pero de alto retorno en términos de transparencia, corresponde a las necesidades de interoperabilidad, certificación y evolución tecnológica de los sistemas SINGEI, RENARE, SCRR-GEI, SIIVRA[66] y MRV de Financiamiento Climático, que en conjunto demandan menos del 6 % de los recursos identificados y son determinantes para la consistencia entre subsistemas. La tercera línea corresponde a la cuantificación misma de las necesidades hoy no valoradas, condición previa para cualquier estrategia de movilización de recursos.

Para la implementación del sistema nacional de transparencia, la implicación central es que la sostenibilidad financiera del SNICC no depende únicamente del volumen de recursos movilizados, sino de su distribución equilibrada entre los subsistemas. Una asignación que atienda exclusivamente los componentes de mayor costo dejaría desfinanciados los mecanismos de articulación (interoperabilidad, contabilidad de reducciones, seguimiento del financiamiento) que garantizan que la información producida sea comparable, trazable y utilizable para el seguimiento de la NDC.

5.10.1.2.2. Fomento de capacidades

El fomento de capacidades emerge como una prioridad estratégica transversal en la agenda nacional de transparencia climática, representando 56,5 % (35 de las 62 iniciativas) del total de necesidades identificadas en el proceso de consulta. Esta proporción significativa refleja el reconocimiento institucional de que la brecha fundamental para la implementación efectiva del Marco Reforzado de Transparencia no radica únicamente en limitaciones presupuestarias o tecnológicas, sino en la necesidad crítica de fortalecer capital humano especializado, consolidar arreglos institucionales funcionales y desarrollar competencias técnicas avanzadas en metodologías internacionales de medición, reporte y verificación (MRV).

Como tendencia general se observa que las necesidades trascienden la capacitación puntual de personas: la mayor parte apunta a capacidades organizacionales duraderas (procedimientos, metodologías, retención de conocimiento ante la rotación de personal) y a condiciones habilitantes del entorno (marcos normativos, coordinación interinstitucional e interoperabilidad). Ello implica que el fortalecimiento del sistema de transparencia requiere intervenciones sostenidas de mediano plazo y no acciones formativas aisladas, en línea con el enfoque de fomento de la capacidad promovido por el Comité de París sobre el Fomento de la Capacidad (PCCB).

[66] *El monto reportado para SIIVRA corresponde a la información registrada en la plataforma +Clima y a la reportada por el grupo técnico durante la etapa de recolección de información. Esta aclaración se realiza con el fin de evitar la doble contabilización de los recursos reportados*

5.10.1.2.2.1. Distribución de necesidades según nivel de aplicación

Siguiendo el marco de análisis de capacidades de la CMNUCC, las 35 necesidades fueron clasificadas en tres niveles de aplicación: individual (competencias y habilidades de las personas), institucional (capacidades organizacionales, procedimientos y equipos) y sistémico (entorno habilitante, marcos normativos y articulación entre instituciones).

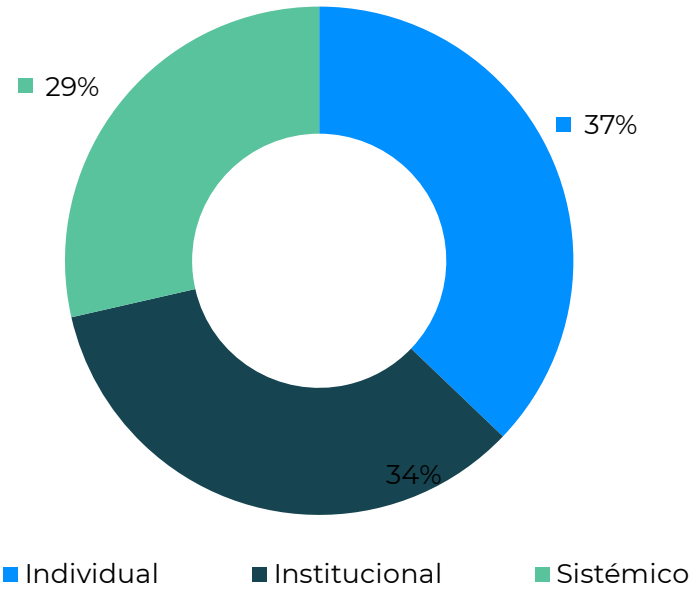


Figura 5-58. Distribución de necesidades en fomento de capacidad según niveles de aplicación en el ámbito de la transparencia

Fuente. Elaboración propia.

Los niveles institucional y sistémico concentran, el 63 % de las necesidades identificadas (22 registros), mientras que el nivel individual representa el 37 % (13 registros). Esto evidencia que las brechas de capacidades del sistema de transparencia del país se concentran en el fortalecimiento organizacional (metodologías, procesos y equipos estables) y en las condiciones estructurales del sistema, más que en la formación básica del personal.

Esta distribución refleja, por un lado, el grado de madurez alcanzado tras más de una década de elaboración de comunicaciones nacionales, informes bienales de actualización y el primer BTR: existen equipos técnicos con competencias de base, aunque persisten vulnerabilidades asociadas a la rotación de personal y la pérdida de conocimiento. Por otro lado, responde a la arquitectura del SNICC, cuya interoperabilidad entre múltiples entidades desplaza las necesidades hacia aspectos sistémicos como los arreglos institucionales, la armonización de procedimientos MRV, los marcos normativos y la coordinación de agendas de investigación.

En consecuencia, el fortalecimiento del sistema de transparencia requiere priorizar la institucionalización de capacidades mediante la documentación de metodologías, la formalización de arreglos de gobernanza, los protocolos de interoperabilidad y la gestión del conocimiento. De igual forma, la cooperación internacional en el marco del artículo 13 debería orientarse a apoyos programáticos de mediano plazo para instituciones y el sistema en su conjunto, complementados con acciones focalizadas de formación para los equipos responsables del inventario, la modelación y las plataformas tecnológicas.

5.10.1.2.2.2. Necesidades por tipología

Las mismas 34 necesidades fueron clasificadas de acuerdo con las cinco tipologías de creación y fortalecimiento de capacidades definidas en la NDC de Colombia (2020) e incorporadas en el instructivo del formato de compilación, con el propósito de identificar las áreas temáticas que concentran los principales requerimientos de fortalecimiento.

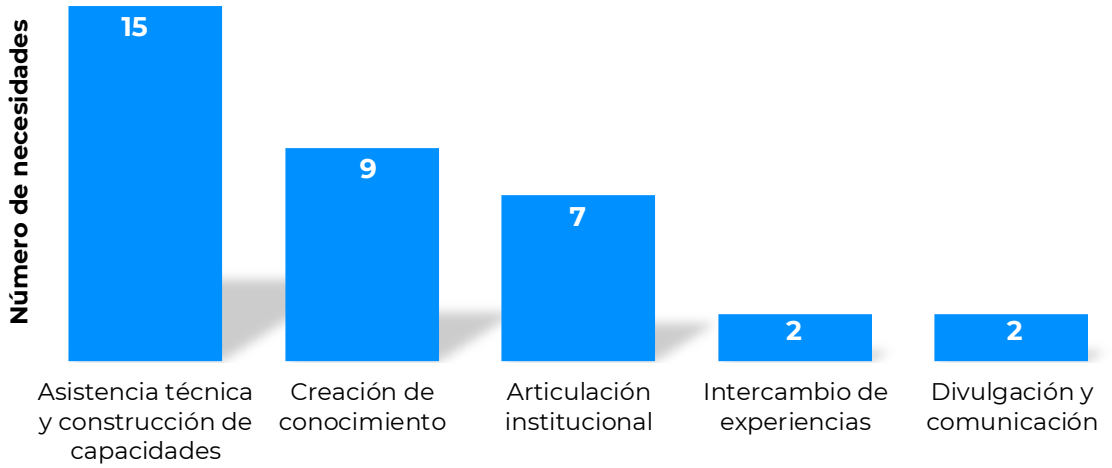


Figura 5-59. Distribución de necesidades de fomento de la capacidad por tipología en el ámbito de la transparencia

Fuente. Elaboraicón propia.

La asistencia técnica y la construcción de capacidades concentran 15 de las 35 necesidades (43 %), principalmente relacionadas con el acompañamiento metodológico para series temporales, validación de factores de emisión, modelación de políticas y medidas, monitoreo de la adaptación y operación de plataformas. Le siguen la creación de conocimiento, con 9 necesidades (26 %), orientadas al desarrollo de factores de emisión propios, representación de tierras, información sobre pérdidas y daños y armonización de datos sectoriales; y la

articulación institucional, con 7 necesidades (20 %), enfocadas en la gobernanza, la coordinación del ecosistema MRV y la interoperabilidad del SNICC.

En contraste, el intercambio de experiencias y la divulgación y comunicación registran solo 2 necesidades cada una (6 %). La primera se centra en el aprendizaje de experiencias internacionales y la integración de conocimiento local, mientras que la segunda aborda la capacitación de usuarios del **RENARE** y la implementación de la ENAEC. Esta baja frecuencia probablemente refleja el enfoque operativo de los equipos responsables de los sistemas, más que la ausencia de necesidades en estos ámbitos. Situación que indica que el país requiere instrumentos de cooperación técnica de mediano plazo que combinen asistencia especializada y generación de conocimiento metodológico. Al mismo tiempo, la limitada atención al intercambio de experiencias y la divulgación constituye una brecha estratégica, dado que la sostenibilidad del ETF también depende de la apropiación social de la información climática y del aprendizaje internacional.

5.10.1.2.3. Desarrollo y transferencia de tecnología

Se han identificado un total de 7 iniciativas que requieren transferencia y desarrollo de tecnología. Estas iniciativas se concentran fundamentalmente en la modernización de las plataformas tecnológicas que soportan la transparencia climática en la implementación de herramientas tecnológicas avanzadas para el monitoreo, reporte y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero. Las necesidades tecnológicas identificadas responden a brechas críticas en capacidad de procesamiento de datos geoespaciales, inteligencia artificial para análisis de información climática, y sensores avanzados para monitoreo ambiental.

Respecto a las etapas del ciclo tecnológico, se observa que la mayoría de las iniciativas se ubican en fases maduras de adopción e implementación, lo que sugiere que Colombia busca transferir soluciones tecnológicas ya probadas internacionalmente. De las 3 iniciativas identificadas, una se clasifica explícitamente en la etapa de 'Innovación y despliegue', mientras que dos requieren especificación adicional. Esto indica que el país prioriza la adopción rápida de tecnologías de alto impacto por sobre inversiones en investigación y desarrollo experimental.

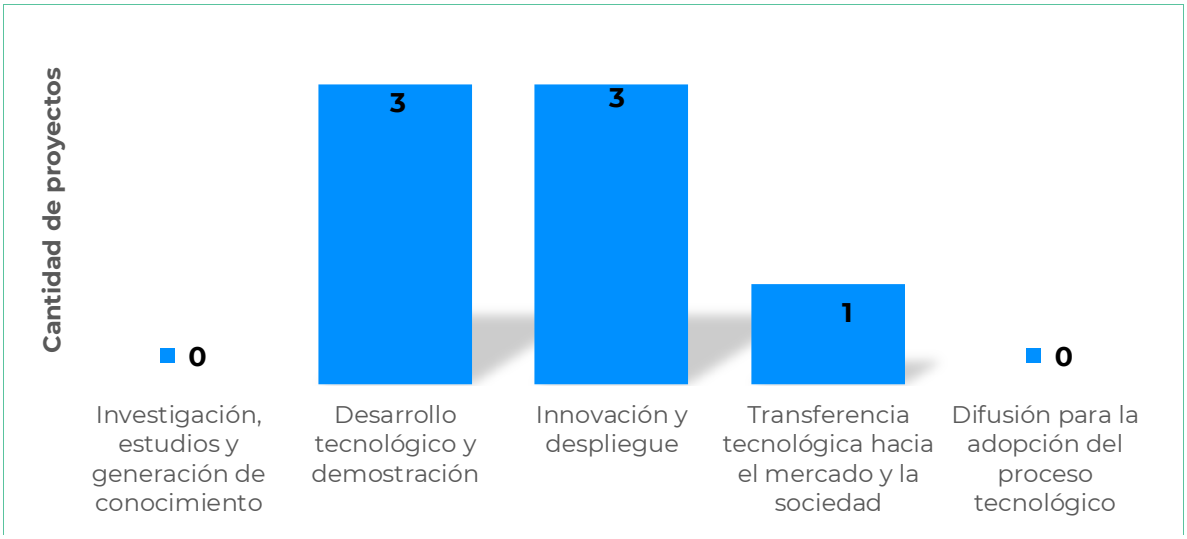


Figura 5-60. Distribución de necesidades tecnológicas por etapa del ciclo tecnológico en el ámbito de la transparencia

Fuente. Elaboraicón propia.

Las necesidades se concentran en las etapas intermedias del ciclo: 3 proyectos (43 %) corresponden a desarrollo tecnológico y demostración; construcción y prueba de nuevos módulos y plataformas, como el componente geoespacial del RENARE, la analítica operacional, la consolidación tecnológica del SCRR-GEI y el SINGEI 2.0, y 3 proyectos (43%) a innovación y despliegue, orientados a poner en operación y sostener soluciones ya diseñadas: infraestructura de datos, sistemas de alertas, interoperabilidad y sensores de monitoreo, y 1 proyecto (14 %) orientado a transferencia tecnológica hacia el mercado y la sociedad. No se registraron necesidades en las etapas de investigación y generación de conocimiento ni difusión para la adopción tecnológica.

Esta concentración muestra un estado de madurez tecnológica intermedio y coherente con la trayectoria del país: las plataformas centrales del sistema de transparencia ya existen y superaron su fase conceptual, pero aún no alcanzan la operación plena, estable e interoperable. El reto prioritario no es investigar qué construir, sino terminar de construir, desplegar y sostener lo diseñado, garantizando su integración dentro del SNICC. La ausencia de registros en las etapas finales del ciclo indica, además, que la apropiación de estas tecnologías por usuarios externos (titulares de iniciativas de mitigación, autoridades ambientales, entidades territoriales) todavía no forma parte de la agenda tecnológica explícita, siendo atendida parcialmente desde el componente de fomento de la capacidad.

En términos de oportunidades, Colombia se vislumbra como un candidato idóneo para mecanismos de apoyo tecnológico orientados a implementación (como los servicios del Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN) y las líneas de digitalización de la cooperación bilateral y multilateral), que privilegian

soluciones en fase de despliegue con resultados verificables en el corto plazo. Asegurar el financiamiento de estas etapas intermedias permitiría capitalizar las inversiones ya realizadas en diseño y desarrollo, reducir el riesgo de obsolescencia de las plataformas y habilitar, en un ciclo posterior, la incorporación de las etapas de difusión y adopción que hoy están ausentes.

5.10.2. El apoyo requerido y recibido para atender las esferas susceptibles de mejora señaladas por los equipos de expertos encargados del examen técnico.

Tras la presentación del Primer Informe Bienal de Transparencia (BTR1, 2024), Colombia se sometió al examen técnico por el equipo de expertos previsto en el artículo 13 del Acuerdo de París, cuyo informe identificó esferas susceptibles de mejora en la elaboración de los reportes nacionales. En respuesta, los equipos técnicos del Ideam tradujeron dichas esferas en 15 necesidades de fomento de la capacidad, registradas en el ejercicio de compilación de necesidades del artículo 13, todas con horizonte de implementación 2027–2030, canal multilateral y el Ideam como entidad receptora.

En el frente de inventario y mitigación, las necesidades comprenden el fortalecimiento de capacidades para series temporales consistentes desde 1990, el desarrollo de una metodología de representación consistente de tierras y usos de la tierra (LULUCF), la mejora en la medición y reporte de los impactos de mitigación de las políticas y medidas (PAMs), la retención de conocimiento en la compilación y reporte del inventario, la expansión de la recopilación de datos hacia categorías reportadas como “no estimadas”, el desarrollo de sistemas de datos para residuos sólidos y aguas residuales, y el fortalecimiento del modelado y evaluación de PaMs. Es relevante destacar que el país reporta avances frente a varias de estas esferas: para el BTR2 el rezago temporal de la serie del inventario será de dos años, sin necesidad de recurrir a la disposición de flexibilidad asociada; el desarrollo metodológico de LULUCF avanza con apoyo de la cooperación y del CIAT; y se trabaja con el Ministerio de Vivienda en la mejora de las estimaciones del sector residuos.

En el componente de adaptación siendo el más numeroso, con 8 de las 15 necesidades, las esferas abarcan la generación y armonización de datos climáticos sectoriales sobre vulnerabilidad, el establecimiento de mecanismos de monitoreo de la adaptación sectorial, el fortalecimiento de capacidades de monitoreo, evaluación y aprendizaje en línea con el Objetivo Global de Adaptación, la información sobre pérdidas y daños, la calidad y cobertura de los datos climáticos y de vulnerabilidad, la integración de objetivos climáticos en la planificación territorial, las soluciones basadas en la naturaleza con participación de comunidades indígenas y afrodescendientes, y la estandarización de

indicadores y sistemas de M&E. La totalidad de estas necesidades se reporta en proceso, con avances concretos desde el BTR1: metodologías de cuantificación de pérdidas como la EDAMPRI y una consultoría Minambiente–PNUD para consolidar el sistema de información; una guía de riesgos climáticos en ordenamiento territorial ya disponible; la incorporación de los planes indígena y de comunidades negras en la narrativa del BTR2; y el piloto INVEMAR–Minambiente sobre manglares. No obstante, persisten dependencias estructurales: la operacionalización del SIIVRA condiciona el monitoreo y la calidad de los datos, y el ejercicio de M&E de adaptación se encuentra aún en fase de diseño conceptual.

5.11. Avances de plan de mejora propuesto en BTR1

No.	Disposición MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo para realizarlas	Actores involucrados	Observaciones adicionales	Describa las necesidades de apoyo al fomento de la capacidad requerido para la presentación de la información descrita en el plan de mejora	Avances en el BTR2
1	130, B)	Mejorar articulación entre sectores y entidades para la recopilación de información respecto a prioridades y estrategias sobre aspectos de NDC para los que se requiere apoyo	- Generar mesas de trabajo periódicas - Definir un protocolo de flujo de información entre actores involucrados en línea de los desarrollos que existen hasta la fecha y en el marco de la instancia que el país defina para su implementación.	BTR2	CICC y los comités que hacen parte de esta.	N/A	N/A	Se socializaron los resultados preliminares del apoyo financiero requerido, fomento a la capacidad y desarrollo y transferencia de tecnologías por fuentes de cooperación internacional para las metas y medidas de la Ley 2169 y la NDC 2.0 en el marco del comité técnico de la CICC, y se realizaron reuniones bilaterales con los sectores para su validación
2	132	Fortalecimiento, divulgación y acompañamiento técnico con sectores para la identificación del apoyo financiero que permita identificar a que estrategia, meta y/o medida aportaría el apoyo	- Generar mesas de trabajo periódicas - Generar una metodología para el costeo de medidas de mitigación y adaptación de acuerdo con las necesidades del país - Implementar las metodologías de costeo para metas y/o medidas de mitigación y adaptación en sectores priorizados - Actualizar el repositorio de	BTR2	Ministerios DNP IDEAM	N/A	• Intercambio de experiencias de metodologías de costeo de medidas de mitigación y adaptación 6. Equipo técnico capacitado para desarrollar las acciones planteadas • Disposición de información cuantitativa y de manera periódica	* Se socializaron los resultados preliminares del apoyo financiero requerido por fuentes de cooperación internacional para las metas y medidas de la Ley 2169 y la NDC 2.0 en el marco del comité técnico de la CICC, y se realizaron reuniones bilaterales con los sectores para su validación. * Se generaron mesas de trabajo para la actualización de las curvas MACC (Consultoría GGGI) * Con el apoyo de GIZ a través de Amplo Kaya consultores se generó una metodología para desarrollar una herramienta integral de costeo de acciones climáticas

No.	Disposición MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo para realizarlas	Actores involucrados	Observaciones adicionales	Describa las necesidades de apoyo al fomento de la capacidad requerido para la presentación de la información descrita en el plan de mejora	Avances en el BTR2
			información respecto al apoyo financiero requerido				por parte de los sectores y entidades a cargo de la implementación de medidas y acciones de mitigación y adaptación	*Se avanzó en la identificación de las necesidades consignadas en los FCT para el presente ciclo de reporte.
3	132 133 135 136 139 140	Fortalecer los sistemas y/o procesos para identificar, rastrear y reportar el apoyo requerido	- Actualizar protocolos y herramientas para seguimiento del apoyo financiero, tecnológico y de capacidades requerido. - Realizar talleres de capacitación con los sectores y actores involucrados en la implementación de medidas	BTR2	Ministerios DNP IDEAM	N/A	Fortalecimiento de capacidades e identificación de necesidades en todos ámbitos abordados por los medios de implementación.	Se diseñaron metodologías con el paso a paso para identificar y reportar apoyo requerido, probadas para la emisión de información del BTR2, con resultados exitosos, potencial de réplica e iteración. Se diseñaron herramientas y se realizó un proceso de convocatoria con actores del sector público, la academia e investigadores, sector productivo y entidades facilitadoras, obteniendo una muestra representativa en diversidad de fuentes de información. Diseño de implementación de formato de sesiones informativas para sensibilización y convocatoria a actores, con enfoque de: i) entender o profundizar las definiciones alusivas a desarrollo, transferencia y ciclo tecnológico, capacidades y financiamiento ii) concretar necesidades por actor, cartera o sector de cara a definir apoyos requeridos e implementación de medidas, iii) constituirse en un

No.	Disposición MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo para realizarlas	Actores involucrados	Observaciones adicionales	Describa las necesidades de apoyo al fomento de la capacidad requerido para la presentación de la información descrita en el plan de mejora	Avances en el BTR2
								portafolio de información respecto a necesidades y soluciones tecnológicas Financiero: * Con el apoyo de GIZ a través de Amplo Kaya consultores se generó una herramienta integral de costeo de acciones climáticas. *Con el apoyo de Fundación Natura y GIZ se avanzó en el fortalecimiento de capacidades para la estimación del apoyo financiero requerido. * Se socializaron los resultados preliminares del apoyo financiero requerido por fuentes de cooperación internacional en el marco del comité técnico de la CICC, y se realizaron reuniones bilaterales con los sectores para su validación
4	134 137 141 142	Estandarizar metodologías para mejorar la recopilación y presentación de información sobre apoyo recibido.	- Desarrollar guías metodológicas claras para la recopilación y reporte de datos. - Integrar definiciones consistentes en los sistemas nacionales de información.	BTR2	Componente financiero: APC DNP Capacidades y Tecnologías: IDEAM Minambiente Minciencias	N/A	N/A	En el 2025 se realizó la actualización de la metodología del sistema MRV de financiamiento climático, y incluyendo la clasificación de sectores y subsectores para la identificación del apoyo recibido. Se diseñó una metodología para recopilar y declarar el apoyo recibido en desarrollo y transferencia de tecnologías y fomento a la capacidad Se incluyeron definiciones existentes en el ámbito internacional y dentro del contexto nacional como parte de las metodologías diseñadas.

No.	Disposición MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo para realizarlas	Actores involucrados	Observaciones adicionales	Describa las necesidades de apoyo al fomento de la capacidad requerido para la presentación de la información descrita en el plan de mejora	Avances en el BTR2
5	134	Aumentar la transparencia en el uso y resultados del apoyo financiero recibido para proyectos climáticos.	- Incorporar otras fuentes de financiamiento en el marco del Sistema MRV de financiamiento climático - Publicar informes anuales sobre financiamiento climático recibido - Fortalecer de las fuentes de información del Sistema MRV de financiamiento climático	BTR2	APC DNP IDEAM Minambiente CGF	N/A	N/A	Se realizó el análisis y clasificación de la información reportada como apoyo recibido desde sistemas nacionales de información como el sistema MRV de financiamiento climático y sistema Cíclope. Se aplicó un algoritmo básico de pre-clasificación de información de apoyo recibido y se realizó la revisión humana detallada para la clasificación final de proyectos.
6	137 141	Mejorar la articulación con sectores para consolidación de información sobre apoyo recibido para el desarrollo y transferencia de tecnología y fomento de capacidades.	- Fortalecer articulación con las metodología o procesos existentes que permita la interacción constante con sectores y conocer las necesidades de estos - Mesas de trabajo periódicas - Establecer un proceso de sistematización de información sobre estudios de caso	BTR2	CICC en el marco del CITCCC y el comité de Asuntos Internacionales Minciencias	N/A	N/A	Se realizó el diseño e implementación de una metodología endógena para selección y documentación de estudios de caso, y se realizaron procesos de socialización con los ejecutores de los casos generados. Se desarrollaron herramientas de análisis y sistematización de estudios de caso desarrollados: formato de reporte, entrevista semi-estructurada, sesiones informativas de sensibilización y capacitación, y procesos de validación de información.
7	137	Fortalecer la colaboración internacional para	• Consolidación de información	BTR2	CICC en el marco del CITCCC y el	N/A	N/A	Se realizó la consolidación y análisis de proyectos relativos a apoyo recibido respecto al ciclo tecnológico

No.	Disposición MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo para realizarlas	Actores involucrados	Observaciones adicionales	Describa las necesidades de apoyo al fomento de la capacidad requerido para la presentación de la información descrita en el plan de mejora	Avances en el BTR2
		avanzar en el desarrollo y transferencia tecnológica en etapas críticas del ciclo.	sobre cierres de ciclo • Organizar mesas de trabajo con socios internacionales para abordar desafíos específicos de transferencia tecnológica.		comité de Asuntos Internacionales			y su tendencia en evolución en los últimos 4 años. Se generó información de base como insumo en futuros espacios de trabajo con socios internacionales
8	143	Estandarizar el proceso usado para identificar el apoyo requerido y recibido para la aplicación del artículo 13 y las actividades relacionadas con la naturaleza	- Desarrollar procedimientos y formatos de seguimiento y monitoreo identificar el apoyo recibido y requerido.	BTR2	IDEAM CICC en el marco del CITCCC	N/A	Fortalecimiento y desarrollo de capacidades para el seguimiento y monitoreo de apoyo requerido y recibido para la aplicación del artículo 13 del acuerdo de parís	Se documentó el proceso usado para la identificación de apoyo recibido y requerido para la aplicación del artículo 13. El documento está pendiente de oficialización dentro del sistema de gestión del Ideam.

5.12. Plan de mejora BTR2

No.	Disposición MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo para realizarlas	Actores involucrados	Observaciones adicionales	Describa las necesidades de apoyo para la presentación de la información descrita en el plan de mejora
1	119 circunstancias nacionales	Fortalecer la identificación de circunstancias nacionales en los componentes Fomento a la capacidad, Financiamiento, Desarrollo y Transferencia de Tecnologías y Transparencia climática	Definir fuentes, tipo de información e indicadores para reporte de Circunstancias nacionales en capítulo apoyo requerido y recibido Vincular explícitamente la información´ reportada en circunstancias nacionales con el análisis estructural que demanda la información en forma de texto de apoyos requeridos y recibidos	BTR3	Proveedor insumo: DNP IDEAM Minambiente Minciencias Mineducación Responsable acción: IDEAM DNP		Articulación con actores institucionales centrales y sectoriales, para definir fuentes, procesos, flujo de información efectivo y sistematización, para los ciclos de reporte Mejorar las capacidades técnicas de actores e instituciones para generar información pertinente
2	130 y 131 Supuestos y metodologías 137, 141	Mejorar la comprensión y flujo de información con actores sobre los cuales se aplican las metodologías de trabajo Mejorar la articulación con sectores para consolidación de información sobre apoyo recibido para el desarrollo y	Crear un glosario nacional unificado para el BTR que defina conceptos de base, etapas del ciclo tecnológico y elementos de transferencia tecnológica, fomento de la capacidad, financiamiento y transparencia climática. Establecer un ciclo de revisión de metodologías para incorporar mejoras y las recomendaciones que surjan de las revisiones nacionales e internacionales, garantizando que el país esté siempre a la vanguardia de las exigencias esperadas. Ampliar las actuales herramientas metodológicas y/o sumar nuevas, para realizar estudios de caso, que incluyan participación de los	BTR3 y BTR4	Responsable acción: IDEAM DNP		Contar con equipo humano disponible para generar la construcción de insumos y mejoras metodológicas. Avanzar en procesos de articulación con sectores para generar socialización, validación y contribución a la implementación de mejoras

No.	Disposición MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo para realizarlas	Actores involucrados	Observaciones adicionales	Describa las necesidades de apoyo para la presentación de la información descrita en el plan de mejora
		transferencia de tecnología y fomento de capacidades	beneficiarios/receptores de los proyectos, aliados y financiadores, con el fin de mejorar la documentación del alcance de la experiencia, resultados e impactos desde los diferentes roles. Participar en mesas sectoriales periódicas para socializar información y realizar procesos de recopilación de datos para la construcción del siguiente BTR				
3.	131	Robustecer la metodología para la estimación del apoyo financiero requerido	* Revisar los resultados de actualización de las MACC de la NDC a la luz de los requerimientos de los Formatos Comunes Tabulares y facilitar la adopción por parte de los sectores de la herramienta de costeo de medidas de mitigación de la NDC (proyecto GGGI) como insumo para el reporte de la variable de *costos de abatimiento de las medidas de mitigación* de la NDC. Así como su alineación con la sección de financiamiento y gestión de recursos en los PdIS para las medidas de mitigación. *Probar y promover el uso de la *herramienta integral de costeo* de acciones climáticas (consultoría de GIZ) que facilite la recolección y validación de información financiera de *medidas de adaptación* al cambio climático con el fin de ampliar la cobertura por tipo de apoyo. * Alinear el componente de financiamiento de los Planes de Implementación y Seguimiento (PdIS) con los requerimientos de reporte de los BTR.	BTR3	Carteras ministeriales, DNP		Frente al costeo de medidas de adaptación: fortalecimiento de capacidades técnicas sectoriales y territoriales para estimar costos, reportar financiamiento asignado y requerido, identificar brechas y documentar instrumentos y fuentes potenciales de financiación.

No.	Disposición MPG	Oportunidad de mejora	Posibles acciones	Plazo tentativo para realizarlas	Actores involucrados	Observaciones adicionales	Describa las necesidades de apoyo para la presentación de la información descrita en el plan de mejora
			*Articular la información sobre costos y brechas de financiamiento de las metas y medidas climáticas con el proceso de priorización y estructuración del Corredor de Financiamiento Climático-Plataforma País.				
4	132,133, 135, 136, 139, 140	Fortalecer los sistemas y/o procesos para identificar, rastrear y reportar el apoyo requerido	Avanzar en la articulación con sector privado y actores regionales, para diversificar y generar información pertinente de acuerdo con realidades territoriales, mediante procesos de socialización y ampliación de la convocatoria a reportar información. Ampliar los ejemplos prácticos y portafolio disponible nacional de necesidades reportadas en BTR2 en la construcción de BTR3, para avanzar en procesos de estandarización y modelos para reportar información. Generar repositorio de definiciones, herramientas y síntesis de las metodologías de recopilación de información, como acción de capacitación básica a actores.	BTR3	Responsable acción: DNP APC IDEAM Proveedor insumo: Entidades territoriales (Nodos regionales de cambio climático) MinCiencias Minambiente Mineducación		Definición de mecanismos, roles y procesos para propiciar la integración de diversidad de actores Mejorar las capacidades técnicas de actores públicos, privados (nivel central y territorial) para generar información Contar con equipo humano disponible para generar la construcción de insumos y mejoras metodológicas.
8	143 y 144	Fortalecer la identificación y reporte de apoyo requerido y recibido en cumplimiento del artículo 13	Desarrollar capacitaciones periódicas que permitan identificar y diferenciar el apoyo recibido y requerido que aplique directamente al cumplimiento del artículo 13 y las actividades que tienen que ver con transparencia climática.	BTR3	IDEAM DNP CICC Carteras Ministeriales		Fortalecimiento de capacidades para la identificación y diferenciación del apoyo para el cumplimiento del Art. 13 del Acuerdo de París.

Fuente. Elaboración propia.

4CNCC

Ambiente | IDEAM

Capítulo 6

Acción para el Empoderamiento Climático



6. Información relativa a la educación, la formación, la sensibilización del público, la participación pública y el acceso de la población a la información sobre el cambio climático, de conformidad con el Artículo 12 del Acuerdo de París y las directrices pertinentes de la CMNUCC para la Acción para el Empoderamiento Climático.

AUTORES

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam

Eliana Isabel Toro Huertas	ORCID - ID: 0009-0003-5411-4783
Elizabeth Patiño Correa	ORCID - ID: 0000-0002-4706-6408
Leonardo Alfredo Pineda Pardo	ORCID - ID: 0000-0001-6645-6615
Lina Alejandra Obando Estupiñán	ORCID - ID: 0009-0007-0296-2384
María Cecilia Cardona Ruíz	ORCID - ID: 0009-0006-1868-1846
Willi Molina Restrepo	
Yamile Andrea Moreno Saboyá	

Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Claudia Giovanna Rivera Tirado	ORCID - ID: 0009-0005-4425-9852
Johan Manuel Calderón Rodríguez	ORCID - ID: 0000-0002-9303-8985
Carlos Saavedra Muñoz	ORCID - ID: 0009-0008-1383-3905

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Jeferson Danobis Panche Chocué	ORCID - ID: 0000-0003-4794-5282
Leydi Rocío Chitivo Pacanchique	ORCID - ID: 0009-0003-0646-3970
Corina del Pilar Estrada Barrios	
Jairo Neftali Cardenas Saavedra	
Omar Bernardo Millán Bautista	
Yazmín Amparo Pineda Ortiz	

Ministerio de Educación Nacional

Gina Graciela Calderón Rodríguez
Diego Mauricio Rojas Cachope
Blanca Liliana Trujillo Ayerbe

Departamento Nacional de Planeación

Paula Andrea Vidal Arboleda

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Alejandro Hernández	ORCID - ID: 0000-0002-2178-4567
Elkin A. Noguera-Urbano	ORCID - ID: 0000-0002-4391-4852
Marcela Lozano Borda	

AUTORES

Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC)

Liliana Vanessa Celis Gil — ORCID - ID: 0009-0002-9707-7233
Juan Carlos Arias Gracía

Fondo Acción

Cesar Ignacio Garay Bohórquez — ORCID - ID: 0000-0001-9541-7260
Alexander Castaño Velásquez
Natalia Ucrós Pinzón
Pablo Devis Posada

Dirección General Marítima (DIMAR)

Santiago Moyano Medina — ORCID - ID: 0009-0004-5806-3167
Fabian Ernesto Rojas Mosquera

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis"

Alejandra Vega Cabrera — ORCID - ID: 0000-0003-1472-9209
Desireé Hernández-Narváez — ORCID - ID: 0000-0001-6555-1290

COORDINACIÓN TÉCNICA DEL CAPITULO

Lina Alejandra Obando Estupiñán
Carlos Saavedra Muñoz
Elizabeth Patiño Correa
Leonardo Alfredo Pineda Pardo

REVISORES DE PRIMERA PARTE

Departamento Nacional de Planeación

Camilo Álvarez-Espinosa

COLABORADORES

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Hollman Andrés Bonilla García, Medardo Rafael Barros Bolaño. **Ministerio de Educación Nacional:** Maria Camila Laguna Forero. **Instituto Colombiano de Bienestar Familiar:** Chelsea Valeria Valencia Echeverría, Cristian Camilo Guzmán Tafur, Juana Hersilia Moya Diaz, Pedro Alfonso Luque Martinez, Victor Fabio Luna Mora. **Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI:** Marinela del Carmen Valencia Giraldo. **FONDO ACCIÓN:** Alexander Castaño Velásquez, Cesar Ignacio Garay Bohórquez, Natalia Ucrós Pinzón, Pablo Devis Posada. **Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD -Fundación Natura):** Juan Camilo Molina Betancur, **Dirección General Marítima (DIMAR):** Germán Augusto Escobar Olaya, Hermann Aicardo León Rincón, Jonathan Fabrizio Gómez Sierra,Juan Carlos Olarte Guzman,

AGRADECIMIENTOS

Reconocimiento a las entidades que participaron activamente con información, dedicación y esfuerzos para la construcción del capítulo.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (CORNARE), **Corporación Autónoma Regional de Nariño – Corponariño**, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, **Corporación Autónoma Regional del centro de Antioquia - Corantioquia**, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, **Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – Coralina**, Establecimiento Público Ambiental Distrito de Buenaventura – EPA, **Gobernación del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina**, Secretaría de Educación de Antioquia, **Secretaría de Educación de Armenia**, Secretaría de Educación de Bogotá, **Secretaría de Educación de Bucaramanga**, Secretaría de Educación de Bucaramanga, **Secretaría de Educación de Casanare**, Secretaría de Educación de Ibagué, **Secretaría de Educación de Norte de Santander**, Secretaría de Educación de San José de Cúcuta, **Secretaría de Educación Municipal de Ciénaga**, Secretaría de Educación Municipal de Popayán.

6.1. Contextos institucionales e implementación de la Acción para el Empoderamiento Climático en Colombia

6.1.1. Arreglos institucionales relacionados con Acción para el Empoderamiento Climático

Colombia cuenta con una normatividad, políticas públicas e instancias institucionales de coordinación, gobernanza y toma de decisiones que permiten el desarrollo de la Acción para el Empoderamiento Climático (AEC) y de los elementos que la componen. Entre estas se destacan el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC), los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC), el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC) y sus comités técnicos, así como las instancias de participación y coordinación de los niveles nacional y territorial que articulan la gestión del cambio climático con otros sectores. Es esencial destacar que esta estructura de gobernanza para la Acción para el Empoderamiento Climático tiene como base principal los derechos humanos y fundamentales a la participación pública, la educación, el acceso a la información pública y la libertad de expresión, los cuales actúan como catalizadores y posibilitadores del derecho colectivo a un ambiente sano.

6.1.1.1. Normativa y política pública de Acción para el Empoderamiento Climático en Colombia en su conjunto

Colombia es un Estado parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas para Cambio Climático (CMNUCC), ratificada mediante la Ley 164 de 1994, y el Acuerdo de París, reglamentado mediante la Ley 1844 de 2017 (Gobierno de Colombia, 2017), los cuales vinculan la Acción para el Empoderamiento Climático en lo que se ha conocido como medios de implementación. Con el fundamento del artículo 6 de la CMNUCC, en 2010 se adoptó la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos en Cambio Climático (ENEFSPCC), como parte de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático liderada por el IDEAM (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente, 2010a).

La ENEFSPCC tuvo como objetivo “establecer directrices que contribuyan en la creación de capacidades a nivel local, regional y nacional en los temas de cambio climático por medio de la implementación, seguimiento, acompañamiento y evaluación de medidas que promuevan el acceso a la información, fomenten la conciencia pública, la capacitación, la educación, la investigación y la

participación (IDEAM & Ministerio de Ambiente, 2010). Igualmente, la ENEFSPCC establece las orientaciones con respecto al fundamento, ejes y acciones estratégicas, entidades responsables y público objetivo de la Acción para el Empoderamiento Climático. Posteriormente, en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático se incluyó una evaluación de la ENEFSPCC y se reportó información de los procesos de educación ambiental (Ver desarrollo en sección 1.2.2. Diagnóstico Estrategia Nacional e Educación, Formación y Sensibilización a públicos en cambio climático - Acciones relacionadas con la implementación de la ENEFSPCC en el país) (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2017).

En 1992, por medio de la Ley 30, la cual organiza el servicio público de la educación superior, se incluye dentro de sus objetivos de manera explícita el "promover la preservación de un medio ambiente sano y fomentar la educación y cultura ecológica" (Ley 30 Congreso de la República de Colombia, 1992, art. 6). Este artículo insertó la responsabilidad ambiental en la estructura legal de la universidad colombiana, desarrollado posteriormente a través de la Ley 115 de 1994, al declarar la educación ambiental como un componente obligatorio y transversal del sistema educativo (Congreso de la República de Colombia, 1994).

En 2017, la estructuración de la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) articuló la ENEFSPCC como una línea instrumental, reconociendo su importancia para el desarrollo de las líneas estratégicas. A partir de lo anterior, la Acción para el Empoderamiento Climático se ha incluido en los compromisos y metas del país formulados en 2020 y 2025 para cumplir con la CMNUCC y el Acuerdo de París (Ver desarrollo en sección 1.2.3. Seguimiento a los avances de las metas de la Contribución Nacionalmente Determinada correspondiente a los medios de implementación de Educación, formación y sensibilización) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

En 2021, Colombia adoptó la Estrategia Climática de Largo Plazo E2050, fundamentada en que la resiliencia climática y la carbono neutralidad requieren una transformación profunda de la sociedad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024). Para ello, se contempla que la Acción para el Empoderamiento Climático realizan una contribución a la gobernanza y el conocimiento climático principalmente. Por su parte, la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 2.0) y la Ley 2169 de 2021 adoptan 5 metas en los medios de implementación, referidas a la educación, formación y sensibilización (Congreso de Colombia, 2021).

En el año 2024 se emite la Ley 2427 de 2024, por medio de la cual se establece la capacitación, la profundización y la enseñanza para la sostenibilidad ambiental, cambio climático y gestión del riesgo de desastres, con el objetivo de fortalecer la formación principalmente en niñas, niños, adolescentes, jóvenes y adultos en

su trayectoria educativa, en los funcionarios públicos de elección popular y demás servidores públicos. (Congreso de Colombia, 2024).

Más recientemente, la NDC 3.0 adoptada en 2025 establece un medio de implementación referido a fortalecimiento de capacidades, en el que incluye explícitamente la ENEFSPCC. Al respecto, señala la NDC 3.0 que la ENEFSPCC orienta acciones dirigidas a promover una cultura climática que fomente la corresponsabilidad, la comprensión informada del fenómeno y la transformación de actitudes y comportamientos frente a los riesgos y oportunidades climáticas (República de Colombia, 2025).

Todo este desarrollo sobre Acción para el Empoderamiento Climático se articula de forma más general con el Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe, conocido como el Acuerdo de Escazú. Este tratado regional enfatiza la democracia ambiental, señalando la necesidad de promover los derechos de acceso al ambiente sano. En el caso de Colombia, el Acuerdo de Escazú se adoptó en la Ley 2273 de 2022 y en el Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026 “Colombia potencia mundial de la vida” se establece el fortalecimiento de las veedurías ciudadanas y el desarrollo de un Programa Nacional de Educación Ambiental(Departamento Nacional de Planeación, 2023).

El acuerdo de Escazú es un instrumento jurídico que está sustentado sobre la Aplicación del Principio 10 de la declaración de Río de 1992 y de 2012, el cual fue formulado por países de América Latina y el Caribe y que establece condiciones precisas, operables y exigibles para garantizar los derechos de acceso a la información, a la participación en procesos de toma de decisiones y a la justicia en asuntos ambientales, o lo que se conoce como Derechos de Acceso. El acuerdo de Escazú es un instrumento innovador en el mundo, en cuanto es el primer acuerdo internacional en crear un marco jurídico para garantizar entornos seguros y propicios, que garanticen el ejercicio pleno y efectivo de quienes promueven y defienden los DDHH Ambientales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2022).

6.1.1.2. Derechos fundamentales relacionados con la Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos

La Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos (participación, acceso a la información, educación, formación y sensibilización), según se contempló en la CMNUCC y el Acuerdo de París, se relacionan en el contexto colombiano con derechos fundamentales. En este sentido, el presente acápite desarrolla el marco en que se vinculan la gestión del cambio climático, principios de democracia y justicia, y derechos fundamentales, particularmente el derecho al ambiente sano, la participación pública, la educación, el acceso a la información y la libertad de expresión.

6.1.1.2.1. Ambiente Sano:

El derecho a un ambiente sano es un eje estructural del Estado social de derecho, consolidado en la Constitución como base para la protección ecológica y la garantía de condiciones dignas de vida. El artículo 79 de la Constitución reconoce a todas las personas el derecho a gozar de un ambiente sano y establece el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente. Por su parte, el artículo 80 establece al Estado la obligación de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación y restauración.

Este derecho hace parte de lo que se ha denominado como constitución ecológica, que establece el marco para el desarrollo institucional, normativo, de política pública, mecanismos de monitoreo y control, así como la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre la protección ambiental. La Ley 99 de 1993 establece la estructura principal de la protección y gestión del ambiente los recursos naturales, creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y el Ministerio de Ambiente, incluyendo principios tales como la descentralización y coordinación. Adicionalmente, se encuentra una normativa amplia en asuntos ambientales y de cambio climático, nutrida por tratados internacionales ratificados por el país (Congreso de la República, 1993b).

En el desarrollo del derecho al ambiente sano también ha tenido un rol clave la jurisprudencia, especialmente de la Corte Constitucional, que ha tenido una evolución progresiva. En este sentido, la sentencia T-411 de 1992 es un hito por el reconocimiento del carácter fundamental del derecho al ambiente sano por conexidad con derechos como la vida y la salud (*Sentencia T-411 de 1992*, 1992). Se ha generado un desarrollo que vincula el derecho al ambiente sano con el acceso al agua potable, a la alimentación, en relación con la función ecológica de la propiedad privada, el derecho al trabajo y la libertad de empresa, la participación pública y, en el caso de las comunidades étnicas, la consulta previa (Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2014).

En los últimos 10 años, la jurisprudencia y normativa han desarrollado los derechos de la naturaleza, desde una visión que supera el antropocentrismo hacia el ecocentrismo, a partir de la protección del valor intrínseco de la naturaleza y no por su utilidad para el ser humano. Al respecto, se destacan la sentencia T-622 de 2016, en la cual se reconoció al río Atrato como sujeto de derechos, en vinculación con los derechos bioculturales de las comunidades étnicas (*Sentencia T-622 de 2016*, 2016). Igualmente, la STC4360-2018 de la Corte Suprema de Justicia, que reconoció a la Amazonía colombiana como sujeto de derechos, en la primera decisión judicial que determina la obligación del Estado de enfrentar el cambio climático tomada a partir de una tutela interpuesta en parte por niños, niñas, adolescentes y jóvenes de todo el país (*Sentencia STC4360-2018*, 2018).

Como parte integral del derecho al ambiente sano, se encuentran los derechos de acceso que conforman una base operacional para la materialización del derecho en condiciones de democracia ambiental. Se estructuran en tres dimensiones: acceso a la información, participación pública y acceso a la justicia. Para ello, la adopción del Acuerdo de Escazú es un esfuerzo regional a partir de la importancia que suponen los derechos de acceso para la promover el principio de justicia ambiental.

La especificación del derecho al ambiente sano en la gestión ambiental y su interrelación con el ejercicio de otros derechos fundamentan la Acción para el Empoderamiento Climático, en una perspectiva de descentralización y corresponsabilidad, democracia y justicia climática. En este sentido, el contenido del derecho al ambiente sano se complementa con los derechos a la participación pública, la educación, la libertad de expresión y el acceso a la información que se desarrollan a continuación.

Lo descrito anteriormente se articula y responde de manera directa a lo estipulado y recomendado por el Comité de los Derechos del Niño, de las Naciones Unidas, en el 2023, a los Estados parte de la Convención de los Derechos del Niño (como lo es Colombia), por medio de la Observación General No. 26, relativa a los derechos del niño y el medio ambiente, con particular atención al cambio climático, que tiene como objetivos: a) recalcar la apremiante necesidad de abordar los efectos adversos de la degradación ambiental en el disfrute de los derechos del niño, haciendo especial hincapié en el cambio climático; b) fomentar una visión holística de los derechos del niño relacionados con la protección del medio ambiente; y c) aclarar las obligaciones de los Estados en virtud de la Convención y proporcionar orientaciones por autoridades en la materia acerca de medidas legislativas, administrativas y de otra índole que sean apropiadas para afrontar los daños ambientales, con especial atención al cambio climático.

6.1.1.2.2. Participación pública:

La Constitución Política define que Colombia es una República democrática, participativa y pluralista y (Art. 1), determina que la participación es un derecho fundamental de todas las personas (Art. 2 y 40) y establece mecanismos para la participación ciudadana (Art. 103) (Asamblea Nacional Constituyente, 1991). En desarrollo de lo anterior, se adoptaron las Leyes 134 de 1994 y 1757 de 2015 (Congreso de la República, 1994b, 2015). Por lo tanto, es un pilar esencial del Estado colombiano la participación y el reconocimiento de la diversidad cultural y étnica, configurándose como una sociedad en la que se promueve el ejercicio activo de la ciudadanía.

En desarrollo de lo anterior, existe una gobernanza que vincula la protección ambiental en general, y la acción climática en particular, con la participación pública (Constitución Art. 79). En este sentido, la Ley 99 de 1993 establece instrumentos de participación ambiental mientras que la Ley 1931 de 2018 fijó las directrices para la gestión del cambio climático bajo los principios de corresponsabilidad y participación de todos los actores (arts. 1 y 2) (Congreso de la República, 1993; 2018). Al respecto, el Decreto 298 de 2016 establece como uno de los fines del Sistema Nacional de Cambio Climático – SISCLIMA – fomentar la participación ciudadana para la toma de decisiones relacionadas con el cambio climático (Art. 4) (Gobierno de Colombia, 2016).

Decisiones judiciales han reiterado la relación entre la garantía a la participación efectiva en decisiones con impacto ambiental y territorial (Corte Constitucional C-035 de 2016 y T-411 de 1992). En estas, se ha caracterizado que el ejercicio de la participación requiere también la información completa, oportuna y accesible para los actores interesados, en lo que se establece un vínculo estrecho entre estos elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático.

Adicional al marco general, en el caso de las comunidades étnicas la participación es fundamental para la protección a la identidad étnica y cultural, de la autonomía y la libre determinación, así como el territorio colectivo (*Sentencia T-162 de 2023*, 2023). En particular, se ha protegido de forma reforzada la participación a través de la consulta previa, en los casos que aplique y especialmente cuando se requiera consentimiento previo, libre e informado, como mecanismo que desarrolla la justicia ambiental (*Sentencia SU123/18*, 2018; *Sentencia T-189 de 2025*, 2025).

6.1.1.2.3. Educación:

A partir de la década de 1970 y con más fuerza desde los 90, en Colombia se ha estructurado un marco normativo y de política pública de educación ambiental con una comprensión de la interrelación e integralidad de lo humano con la naturaleza. La Constitución establece un vínculo entre los derechos a la educación y al ambiente sano (Art. 67 y 79), a partir de lo cual la Ley 115 de 1994 señala que uno de los fines de la educación es la protección ambiental (Congreso de la República, 1994a) y la Ley 99 de 1993 que incluye la educación ambiental en el SINA.

En Colombia, la educación ambiental es una responsabilidad compartida por múltiples entidades, definida principalmente en normas como la Ley 99 de 1993, la Ley 115 de 1994 y la Ley 1549 de 2012. A partir de este marco, se puede identificar claramente qué instituciones tienen competencias legales para implementarla, la educación ambiental no es competencia de una sola entidad, sino un sistema articulado donde participan a nivel nacional: Ministerios (Ambiente, Educación, otros sectores), a nivel ambiental: Autoridades ambientales y autoridades del

SINA, a nivel territorial: Gobernaciones y alcaldías, a nivel educativo: colegios y universidades y a nivel social: comunidad, Organizaciones No Gubernamentales (ONG), empresas privadas y ciudadanía, y otras entidades con funciones complementarias como la fuerza pública, caso concreto la Policía Ambiental. Todo esto bajo el principio de corresponsabilidad e Inter institucionalidad establecido en la Ley 1549 de 2012.

En este ecosistema de corresponsabilidad también cumplen un papel relevante las organizaciones de la sociedad civil, los fondos ambientales, la cooperación internacional y las organizaciones comunitarias, que contribuyen a la implementación de la educación ambiental mediante procesos de educación informal, articulados con los otros elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático como son la sensibilización, participación, fortalecimiento de capacidades, financiación de iniciativas locales y generación de conocimiento aplicado en los territorios.

En este marco, se destaca la Política Nacional de Educación Ambiental - PNEA actualizada en el 2026 (Ministerio de Ambiente & Ministerio de Educación Nacional, 2003; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Ministerio de Educación Nacional, 2026b), y que reúne los lineamientos principales desde lo conceptual, estratégico e instrumental de la educación ambiental en el país, cuya institucionalización se fortaleció con la Ley 1549 de 2012 y la Ley 2427 de 2024. La PNEA establece un enfoque complejo, interdisciplinario, situado e intersectorial de la educación ambiental; incorpora y amplia el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) como instrumento de la educación formal, los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEA) (Decreto 1743 de 1994 y DUR 1075 de 2015), estrategias de educación informal como el Proyecto Ciudadano de Educación Ambiental (PROCEDA) investigación y diferenciales. A esto se suma las consideraciones de la cátedra de paz que se relaciona con el desarrollo sostenible (Ley 1732 de 2014 y Decreto 1038 de 2015), así como la inclusión de asuntos ambientales en la capacitación de funcionarios de elección popular (Ley 2427 de 2024).

La PNEA y esta normativa enmarcan la educación en cambio climático, tal como lo establece la propia ENEFSPCC y los compromisos del país ante la CMNUCC y el Acuerdo de París. Es así como la NDC 2.0 y la Ley 2169 de 2021 establecieron la meta de actualizar la PNEA, proceso que han liderado en conjunto los Ministerios de Educación y de Ambiente y Desarrollo Sostenible de forma participativa.

“El diseño conceptual de la Política del 2002 se concibió bajo un enfoque sistémico, ético y orientado al desarrollo sostenible, su actualización (2026), tomó como sustento teórico la visión sistémica y el pensamiento complejo, cuyos postulados permiten comprender que el ambiente se constituye en el marco de las relaciones que entablan los sujetos de manera singular y colectiva en sus formas de pensar y las acciones cotidianas. Esto supone considerar las múltiples

interacciones entre los procesos ecológicos, sociales, históricos, culturales, económicos, políticos, éticos y estéticos en lo ambiental. En otras palabras, la visión sistémica y compleja del ambiente implica entender que las interacciones que entabla la humanidad con la naturaleza, además de ser relaciones ecológicas en donde ocurren intercambios de materia y energía, son también relaciones de significados e imaginarios, identidades y afectividades mediadas por ejercicios de poder que se establecen, se normalizan y se validan en el marco de los sistemas de conocimiento construidos histórica y culturalmente, lo que permite comprender el origen y la transformación de las problemáticas y conflictos socioambientales" (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Ministerio de Educación Nacional, 2026b).

En este marco, se desarrollan procesos sobre cambio climático en todos los ámbitos y niveles de la educación: educación formal (preescolar, básica, media y superior); educación para el trabajo y el desarrollo humano; educación informal.

En particular, es necesario reconocer los procesos desarrollados por las comunidades étnicas en la etnoeducación y la educación propia, que se fundamentan en sus sistemas de conocimiento. En el caso de los pueblos indígenas, a partir del Decreto 0481 de 2025, se establece el Sistema Educativo Indígena Propio (SEIP), que se centra en el territorio, que para estas comunidades representa la Madre Tierra. El SEIP promueve una pedagogía comunitaria basada en el aprendizaje colectivo, guiado por mayores, sabedores y la comunidad, y busca fortalecer la autonomía pedagógica en función de los planes de vida de los pueblos indígenas (Presidencia de la República, 2025).

6.1.1.2.4. Acceso a la información pública y libertad de expresión:

La Acción para el Empoderamiento Climático también se enmarca en los derechos al acceso a la información pública (Constitución art. 23 y 74) y la libertad de expresión (Constitución art. 20 y 73), que promueven la transparencia, el ejercicio de la veeduría respecto a las entidades públicas y la participación efectiva. Las Leyes 99 de 1993 y 1712 de 2014 califican la información ambiental como de carácter público y promueven su divulgación proactiva, en lo que se incluyen procesos de comunicación a través de diversos medios y mecanismos, salvo casos estrictos (Congreso de la República, 1993a, 2014).

El acceso a la información pública y la libertad de expresión promueven una sociedad más democrática, facilitan el ejercicio de una participación cualificada, posibilitan el control por parte de los actores sociales y permiten un mayor entendimiento entre diversos grupos de interés. Este desarrollo se vincula con el Acuerdo de Escazú, que promueve el fortalecimiento del acceso público a la información como elemento fundamental para el ejercicio de la protección del ambiente.

6.1.1.3. Arquitectura Institucional

La Acción para el Empoderamiento Climático, enmarcada en el SISCLIMA, se desarrolla en las instancias de coordinación y por parte de las entidades con responsabilidades en el Sistema. La Acción para el Empoderamiento Climático es un elemento transversal de la gestión del cambio climático, en relación con los fines del SISCLIMA de coordinar esfuerzos y compromisos, así como fomentar la participación ciudadana para la toma de decisiones en cambio climático (Decreto 298 de 2016, Art. 4).

En primer lugar, la Acción para el Empoderamiento Climático como parte de la gestión del cambio climático es objeto de toma de decisión por parte de las instancias de coordinación nacionales y territoriales, esto en la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC) y los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC) (Decreto 298 de 2016). Estas instancias de coordinación reflejan que la gestión del cambio climático tiene un carácter intersectorial y descentralizado, siendo la Acción para el Empoderamiento Climático un elemento transversal cuya responsabilidad no recae en un único actor o sector Tabla 6-1. La Acción para el Empoderamiento Climático en las instancias de coordinación del SISCLIMA (Tabla 6-1).

Tabla 6-1. La Acción para el Empoderamiento Climático en las instancias de coordinación del SISCLIMA

Territorio	Instancia	Funciones que permiten el desarrollo de la AEC	Observaciones
Nacional	Comisión Intersectorial de Cambio Climático CICC	Decreto 298 de 2016 Art. 5, 6 y 8. Establecer las políticas asociadas al logro de los objetivos en materia de cambio climático. Concertar los compromisos intersectoriales y las prioridades para la ejecución de los planes, programas y acciones en materia de cambio climático.	Coordinación y orientación integrado por los Ministerios de Ambiente, Interior, Hacienda, Agricultura, Minas y Energía, Transporte, Relaciones Exteriores y el Departamento Nacional de Planeación.
Nacional	Comité de Información Técnica y Científica de Cambio Climático CITCCC - Subcomité de Educación	Identificar y ejecutar acciones que promuevan la implementación de la estrategia nacional de educación, formación y sensibilización de públicos en cambio climático. Promover la articulación con los CIDEA a través de los NRCC. Apoyar en la identificación de procesos e iniciativas en educación en cambio climático que están desarrolladas o por desarrollar en entidades nacionales y subnacionales.	Conformado por representantes de entidades gubernamentales, universidades, centros de investigación y expertos nominados ante Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).
Nacional	CITCCC – Subcomité de pueblos indígenas,	Apoyar la implementación de la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización a	Conformado por representantes de pueblos indígenas, comunidades locales y grupos de la sociedad civil con

Territorio	Instancia	Funciones que permiten el desarrollo de la AEC	Observaciones
	comunidades locales y organizaciones de la sociedad civil	Públicos en Cambio Climático, a nivel local y regional. Aportar experiencias territoriales y comunitarias a los integrantes del CITCCC, así como las brechas y necesidades identificadas en el mismo nivel.	enfoque de trabajo en temáticas de cambio climático, especialmente a nivel local y regional.
Nacional	Consejo Nacional de Cambio Climático	Ley 1931 de 2018, Art. 5 • Hacer recomendaciones a la CICC en materia de la gestión del cambio climático en el territorio nacional. • Recomendar a la CICC las acciones necesarias a seguir en la coordinación de actividades de gestión del cambio climático entre los sectores productivos, academia y organizaciones sociales, con las entidades públicas que la integran.	Está integrado por representantes de: gremios, organizaciones no gubernamentales, la academia, organizaciones internacionales de apoyo y cooperación al desarrollo, la Comisión Quinta del Senado de la República y de la Cámara de Representantes.
Regional	Nodos Regionales de Cambio Climático NRCC	Decreto 298 de 2016 Art. 5 y 10. Promover, acompañar y apoyar la implementación de las políticas, estrategias, planes, programas, proyectos y acciones en materia de cambio climático en las regiones.	9 instancias regionales integrados al menos por departamentos, municipios, distritos, autoridades ambientales, gremios, academia, entidades sin ánimo de lucro, Parques Nacionales Naturales y consejos territoriales de gestión del riesgo de desastres.

Fuente: elaboración propia.

En este marco de transversalidad, intersectorialidad y complementariedad de los niveles territoriales que plantea el SISCLIMA, hay entidades del orden nacional que tienen la responsabilidad de orientar la política pública de la Acción para el Empoderamiento Climático en su conjunto o de alguno de sus elementos (Tabla 6-2):

Tabla 6-2. Entidades nacionales responsables de orientar la política pública de la Acción para el Empoderamiento Climático

Entidad Nacional	Funciones	Elementos AEC	Institucionalidad territorial
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley 99 de 1993 Art. 2 (Congreso de la República, 1993b) • El Ministerio formulará garantizando la participación de la comunidad, la política nacional ambiental, de manera que se garantice el derecho de todas las	Acción para el Empoderamiento Climático en su conjunto Participación pública Acceso público a la información	SINA y Autoridades ambientales (CAR y AAU): • Administrar el medio ambiente. • Promover y desarrollar la participación comunitaria en programas de protección ambiental. • Asesorar a las entidades territoriales en la formulación de planes de educación ambiental

Entidad Nacional	Funciones	Elementos AEC	Institucionalidad territorial
	personas a gozar de un medio ambiente sano. • Adoptar, conjuntamente con el Ministerio de Educación Nacional, los planes y programas docentes y el pénsum que en los distintos niveles de la educación en relación con el medio ambiente. • Establecer el Sistema de Información Ambiental.	Educación (formal, para el trabajo y el desarrollo humano, informal)	formal y ejecutar programas de educación ambiental no formal. • El Sistema de Información Ambiental en el área de su jurisdicción. Parques Nacionales Naturales Institutos de Investigación del SINA: • Obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar información ambiental. Autoridades ambientales e institutos de investigación participan en los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental – CIDEA.
Ministerio del Interior	Ley 489 de 1998 Art. 59 (Congreso de la República, 1998) • Promover la convivencia y la participación ciudadana en la vida y organización social y política de la Nación. • Adelantar diversas actividades para fortalecer la democracia y la participación ciudadana.	Participación pública	
Ministerio de Educación Nacional	Ley 115 de 1994 art. 5 y 14 (Congreso de la República, 1994a) 1. Fines de la educación: La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de la vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la Nación. 2. Todos los establecimientos oficiales o privados de educación preescolar, básica y media deben cumplir con: La enseñanza de la protección del ambiente, la ecología y la preservación de los recursos naturales.	Educación (formal y para el trabajo y el desarrollo humano)	Secretarías de Educación de Entidades Territoriales Certificadas (ETC) (97 ETC en la actualidad): Organizar el servicio educativo estatal de acuerdo con las prescripciones legales y reglamentarias sobre la materia y supervisar el servicio educativo prestado por entidades oficiales y particulares. Secretarías de Educación de ETC participan en los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental – CIDEA. Sistema Educativo Indígena Propio – SEIP.

Entidad Nacional	Funciones	Elementos AEC	Institucionalidad territorial
Departamento Nacional de Planeación	Decreto 1893 de 2021 Planeación (DNP) (Departamento Nacional de Planeación, 2021) Incorporar el cambio climático en la planeación del desarrollo nacional y territorial. Formular lineamientos e instrumentos para integrar el cambio climático en las políticas públicas y la inversión pública. Desarrollar metodologías, indicadores y herramientas para el seguimiento de las políticas de cambio climático. Brindar asistencia técnica y fortalecer capacidades de entidades nacionales y territoriales en gestión del cambio climático. Promover el seguimiento y evaluación de las políticas, programas e inversiones relacionadas con cambio climático.	Fortalecimiento de capacidades. Acceso a la información. Participación pública. Educación y formación (fortalecimiento institucional).	Entidades territoriales (Gobernaciones y Alcaldías): • Incorporar el cambio climático en la planificación territorial. • Fortalecer capacidades institucionales para la gestión del cambio climático. • Articular la inversión pública con las políticas nacionales. • Realizar seguimiento y evaluación de las acciones climáticas.
Función Pública	• Formular, implementar, hacer seguimiento y evaluar las políticas de desarrollo administrativo de la función pública, el empleo público, la gestión del talento humano y la gerencia pública. • Orientar y coordinar la intervención de la Escuela Superior de la Administración Pública - ESAP en la inducción, la reinducción, la formación y la capacitación del talento humano al servicio del Estado.	Formación (de servidores públicos)	
Ministerio de Relaciones Exteriores	Formular, ejecutar y evaluar la política exterior del Estado colombiano.	Cooperación internacional	

Fuente: Elaboración propia

En sectores y territorios, se ha fortalecido la Acción para el Empoderamiento Climático con la Ley 1931 de 2018, que establece la orientación para que los Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Territoriales (PIGCCT) se revisen y ajusten de acuerdo con la información relacionada con medios de implementación que se genere por el SISCLIMA. Para el caso de lo sectorial, se

estableció la directriz de reportar el avance en los medios de implementación, con el apoyo de sus entidades de investigación y/o planeación, y de impartir los lineamientos para la implementación de medidas, incluyendo sobre educación, ciencia, tecnología e innovación.

En el caso particular del elemento de educación, dentro de la CICC se encuentra el Comité de Información Técnica y Científica de Cambio Climático, liderado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), que a su vez cuenta con el Subcomité de Educación en Cambio Climático. Teniendo en cuenta que el componente de educación de la Acción para el Empoderamiento Climático se enmarca en la educación ambiental, al respecto es relevante el liderazgo conjunto de los Ministerios de Educación y Ambiente, así como las instancias territoriales de los CIDEA.

Punto Focal ante la CMNUCC:

A partir de la ENEFSPCC el país tiene un punto focal en Acción para el Empoderamiento Climático ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El punto focal está en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con la función de promover la Acción para el Empoderamiento Climático en la implementación de la política climática, desarrollar estrategias nacionales ACE, impulsar la implementación del Programa de Acción para el Empoderamiento Climático que se apruebe en las Conferencias de las Partes (COP), así como representar al país en las negociaciones de la Convención y ser el enlace oficial entre el país y la CMNUCC.

El punto focal ACE de Colombia ante la CMNUCC ha impulsado la integración de la acción para el empoderamiento climático en las diferentes políticas, instrumentos de política y normativos en Cambio Climático desarrollados como la Política Nacional de Cambio Climático, las contribuciones determinadas a nivel nacional, las leyes 1931 de 2018 y 2169 de 2021 y en estrategias nacionales como la E2050 y el Plan Nacional de Adaptación, entre otros. Asimismo, ha desarrollado agendas con el Ministerio de Educación Nacional e instituciones educativas con el objetivo de integrar la educación climática en los diferentes niveles educativos, con los ministerios sectoriales y autoridades territoriales para fomentar la educación climática sectorial y territorial a través de la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático.

Actualmente, el punto focal está en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con la función de promover la Acción para el Empoderamiento Climático en la implementación de la política climática, desarrollar estrategias nacionales ACE, impulsar la implementación del Programa de Acción para el Empoderamiento Climático que se apruebe en las COP, así como representar al país en las negociaciones de la Convención y ser el enlace oficial entre el país y la CMNUCC.

A continuación, se incluyen los impactos principales del punto focal:

- Impulsar la integración de la Acción para el Empoderamiento Climático en las diferentes políticas, instrumentos de política y normativos en Cambio Climático desarrollados como la Política Nacional de Cambio Climático, las contribuciones determinadas a nivel nacional, las leyes 1931 de 2018 y 2169 de 2021 y en estrategias nacionales como la E2050 y el Plan Nacional de Adaptación, entre otros.
- Desarrollo de agendas con el Ministerio de Educación Nacional e instituciones educativas con el objetivo de integrar la educación climática en los diferentes niveles educativos, con los ministerios sectoriales y autoridades territoriales para fomentar la educación climática sectorial y territorial a través de la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático.
- Liderar la implementación de dos metas en educación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional NDC.
- Construcción de Submission ACE para las negociaciones internacionales.
- Orientar la evaluación de la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático.
- Liderar mesas interinstitucionales de trabajo con la Red Ambiental de Universidades Sostenible RAUS y el SENA con agendas en formación e investigación climática.
- Liderar la construcción e implementación de programas de formación en Cambio Climático y Gestión del Riesgo de Desastres a nivel nacional.

6.2. Acción para el Empoderamiento Climático

6.2.1. Procesos relacionados con la Acción para el Empoderamiento Climático a nivel intersectorial

A continuación, se presentan y analizan las principales acciones desarrolladas en el país en términos de Acción para el Empoderamiento Climático, desde diferentes sectores y esferas de la sociedad. Estos avances están organizados por elemento de la Acción para el Empoderamiento Climático (participación, acceso a la información, educación, formación y sensibilización), así como por organización que lidera su implementación.

6.2.1.1. Participación Pública

La participación pública es un principio, valor y derecho de carácter constitucional, esencial al Estado democrático y pluralista. Tanto a nivel nacional (Constitución, artículo 79) como internacional (Acuerdo de Escazú), la

participación es un pilar de la democracia ambiental, en relación directa con la protección de otros derechos humanos.

La participación efectiva y sustantiva permite la incidencia en la toma de decisiones, fomentando una acción climática colectiva, colaborativa y pertinente para los contextos en que se desarrolla. Por lo tanto, a través de la participación pública se reconoce a los actores sociales como agentes de transformación, con un rol activo y responsabilidad en la acción climática (UNESCO & CMNUCC, 2016). A través de la participación se logra la integración de las perspectivas de los diversos actores sociales, de la sociedad civil y el público en general, con el fin de garantizar que las personas puedan participar de manera efectiva en la toma de decisiones e implementar acciones que contribuyan a la mitigación y adaptación del cambio climático.

A continuación, se describen los procesos relacionados con este elemento, en diferentes entidades a nivel sectorial:

6.2.1.1.1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

A partir de 2020, como parte del liderazgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la formulación de los compromisos del país ante la CMNUCC y el Acuerdo de París, se ha han adelantado procesos de participación multiactor, como los desarrollados para la E2050, en 2021, y las actualizaciones de la NDC 2.0 y 3.0, en 2020 y 2025 respectivamente. La inclusión de voces diversas permitió ampliar el alcance de los instrumentos, recibir aportes de grupos interesados y fomentar su apropiación.

En los métodos para la participación pública en la formulación de los compromisos se han utilizado:

- Talleres multiactor orientados a recibir insumos y recomendaciones.
- Mesas de trabajo con grupos específicos, en reconocimiento del aporte de sus acciones a la gestión del cambio climático.
- Mecanismos de consulta pública.

En los diferentes procesos participativos para la formulación de los compromisos se incluyeron espacios diferenciales para la sociedad civil, comunidades étnicas, niñez y adolescencia, el sector privado y expertos, como se menciona a continuación:

En el proceso de construcción de la E2050, se implementó una estrategia participativa de carácter virtual, en el contexto de la pandemia del COVID-19, por medio de espacios con grupos interinstitucionales en los cuales se dio participación activa a actores nacionales y subnacionales, representantes de los

sectores público, privado y de la sociedad civil, esta última incluyendo mujeres y hombres y grupos de jóvenes y de activistas del cambio climático en Colombia(Gobierno de Colombia, 2021)En el caso de las comunidades étnicas (indígenas y afrocolombianos) se hicieron espacios no formales de participación, así como la definición de 2 hojas de ruta para la implementación participativa. Finalmente, se estructuró un Comité de Expertos, como órgano consultivo y asesor para el equipo formulador (Gobierno de Colombia, 2021).

Para la actualización de la NDC 3.0, desarrollada entre 2024 y 2025, se elaboró una ruta participativa que incluyó talleres territoriales, análisis de riesgos climáticos, y propuestas territoriales en mitigación, adaptación y medios de implementación sin sustituir mecanismos formales de participación como la consulta previa (Anexo 1. Ruta participativa en la actualización de la NDC 3.0, Minambiente, 2025). Para la ruta se convocaron actores con el propósito de garantizar representatividad territorial, diversidad climática, viabilidad metodológica e incidencia política. Para ello, se determinaron los siguientes criterios: representatividad ecológica y climática; vulnerabilidad y riesgo climático; diversidad sociocultural y étnica; capacidad institucional y articulación territorial; viabilidad logística y cobertura regional (Anexo 1. Ruta participativa en la actualización de la NDC 3.0) (República de Colombia, 2025).

En el proceso se involucraron a instituciones de alcaldías y gobernaciones, y a los 9 NRCC (Antioquia; Pacífico Norte; Caribe e Insular; Eje Cafetero; Pacífico Sur; Orinoquía; Centro Oriente Andino, Norandino; Amazonía), sociedad civil y organizaciones comunitarias, pueblos étnicos y comunidades locales, academia y centros de investigación, organizaciones de cooperación y ONGs, sector productivo y empresarial.

La hoja de ruta de participación de la NDC 3.0 se fundamentó en la Ley 2169 de 2021 y el Acuerdo de Escazú, bajo principios de participación efectiva, enfoque diferencial, gobernanza multinivel, justicia climática, transparencia, acceso a la información y diálogo de saberes (Anexo 1. Ruta participativa en la actualización de la NDC 3.0, Minambiente, 2025). En la ruta fue central garantizar un enfoque diferencial e intergeneracional, para la participación de quienes históricamente han estado al margen, incluyendo mujeres rurales, comunidades étnicas, jóvenes y organizaciones comunitarias.

Los resultados de la ruta de participación nutrieron los análisis de riesgos y amenazas, la determinación de metas y responsabilidades institucionales. En particular, se destaca que se identificaron metas relacionadas con gobernanza, justicia climática, educación, formación y sensibilización. Este proceso no solo fortalece la legitimidad de la NDC 3.0, sino que sienta las bases para un modelo de transición climática en el que los territorios sean protagonistas de la transformación y no simples ejecutores (Anexo 1. Ruta participativa en la actualización de la NDC 3.0, Minambiente, 2025).

En el proceso participativo de actualización de la NDC 3.0, se asumió el desafío de incluir el enfoque intergeneracional. Gracias al apoyo, acompañamiento y desarrollo técnico de la Plataforma Colombiana de Niñez y Juventud, la LCOY Colombia, Fondo Acción, UNICEF y Save the Children, se logró promover un ejercicio participativo y consultivo nacional con niños, niñas, adolescentes y jóvenes. Como resultado, se incorporó el enfoque transversal intergeneracional, así como que también algunos sectores como salud, vivienda salud y territorio, hayan definido metas específicas sensibles a la niñez y la adolescencia.

Durante la divulgación del Plan de Acción de Mujer y Ambiente con las comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, el Ministerio de Ambiente incluyó los siguientes ejes: participación y liderazgo femenino en la gestión ambiental; protección de los derechos ambientales de las mujeres, y mitigación y adaptación al cambio climático. En este último, se promueve la participación de las mujeres en la construcción e implementación de planes de gestión del riesgo climático y recuperación de ecosistemas, con enfoque territorial y étnico.

Adicionalmente, desde el Ministerio de Ambiente se ha desarrollado el proceso participativo para la definición de la estrategia de participación para la construcción de la Hoja de Ruta de implementación del Acuerdo de Escazú, la cual se estructuró en dos fases complementarias.

La primera correspondió a la etapa de diagnóstico y se desarrolló entre marzo y octubre de 2025, mientras que la segunda, adelantada entre enero y abril de 2026, estuvo orientada a la construcción participativa de las nuevas Acciones Prioritarias. En el marco de la primera fase, entre marzo y abril de 2025, Sistema de Información Ambiental Colombiano (SIAC) realizó 129 talleres territoriales con el propósito de identificar las brechas existentes en el ejercicio efectivo de los derechos de acceso en asuntos ambientales. Estos espacios contaron con la participación de más de 500 liderazgos sociales y comunitarios, incluyendo representación de comunidades indígenas, afrodescendientes, campesinas y organizaciones de la sociedad civil, lo que permitió consolidar un diagnóstico social con enfoque territorial y diversidad de actores participantes.

Además de los talleres territoriales, la primera fase incorporó cuatro espacios participativos adicionales vinculados al proceso de consulta para la formulación de las Acciones Prioritarias. El primero de ellos fue el encuentro de lideresas ambientales denominado “Tejiendo el cuidado y sembrando la vida”, realizado en Medellín y articulado con la Política Nacional de Cuidado – CONPES 4143 de 2025, la cual reconoce que en las estrategias de transición justa suelen priorizarse los componentes biofísicos del ambiente, mientras que el trabajo de cuidado ambiental, desarrollado principalmente por mujeres en los territorios, recibe menor reconocimiento institucional (Departamento Nacional de Planeación,

2025). Posteriormente, fue desarrollado en la ciudad de Bogotá, un espacio de diálogo para socializar los avances alcanzados hasta ese momento y escuchar experiencias relacionadas con la defensa del ambiente y del territorio, el cual contó con transmisión virtual.

A estos espacios se sumó un diálogo con organizaciones sindicales liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como el segundo encuentro de mujeres diversas, desarrollado en Putumayo. En conjunto, los cuatro espacios participativos complementarios reunieron a 262 liderazgos de base y organizaciones ambientales, incorporando enfoques territorial, intercultural y de género en el desarrollo de las actividades. De igual manera, permitieron recopilar cerca de mil contribuciones provenientes de los talleres presenciales, de los mecanismos de consulta pública virtual y de las comunicaciones remitidas al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante correos electrónicos y oficios institucionales, insumos que fueron considerados dentro del proceso de construcción de las Acciones Prioritarias para la implementación del Acuerdo de Escazú en Colombia.

La segunda fase de participación se centró en la construcción conjunta de nuevas acciones prioritarias que trascendieran la primera propuesta. Esta fase contó con 5 encuentros presenciales, el primero en Bogotá con organizaciones de la sociedad civil; un segundo taller e en Cali, el cual contó con una participación diferentes actores con intereses alrededor de la implementación del Acuerdo de Escazú; el tercer encuentro se desarrolló en Cúcuta con la Comisión Mixta Campesina; el cuarto encuentro se dio en Valledupar con la Comisión Mixta Campesina y el quinto lugar correspondió al encuentro en Cajamarca con la Comisión Mixta Campesina.

Bajo la premisa de haber logrado una participación con enfoque diferencial y con incidencia en la formulación de las nuevas Acciones Prioritarias, el equipo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible planteó y definió 23 nuevas acciones prioritarias, las cuales fortalecen de manera transversal la puesta en acción de los principios contenidos en el Acuerdo de Escazú, sus disposiciones generales y buscando superar las brechas en los derechos de acceso identificadas en la línea base y manifestadas por el público. Estas acciones prioritarias, si bien están sujetas a los principios de realidad, operatividad, operabilidad técnica y financiera, comprenden objetivos que dependen de la plena coordinación entre entidades públicas competentes.

En cuanto a las acciones prioritarias establecidas relacionadas con la Acción para el Empoderamiento Climático, se encuentra la acción prioritaria 8, la cual tiene como objetivo “Incorporar el contenido del Acuerdo en la actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental para fortalecer las capacidades ciudadanas y la participación ambiental abierta e inclusiva con el fin de proporcionar al público información sobre los derechos humanos ambientales de

forma sostenida y sistémica", bajo la acción de "Actualizar la Política Nacional de Educación Ambiental incorporando estándares y directrices actualizadas sobre los derechos humanos ambientales y en el Plan de Acción de dicha política, de forma específica, introducir los derechos de acceso".

Esta acción prioritaria, tiene vinculación directa con el Acuerdo de Escazú, específicamente en su artículo 4.4 y 4.5, los cuales mencionan, respectivamente, lo siguiente:

- "Con el propósito de contribuir a la aplicación efectiva del presente Acuerdo, cada Parte proporcionará al público información para facilitar la adquisición de conocimientos respecto de los derechos de acceso."

- "Cada Parte asegurará que se oriente y asista al público —en especial a las personas o grupos en situación de vulnerabilidad— de forma que se facilite el ejercicio de sus derechos de acceso."

Así mismo, la acción prioritaria 9, la cual tiene como objetivo "Fortalecer el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y su gobernanza, fomentando la interoperatividad de los distintos sistemas de información ambiental que alimentan o se articulan con este, con el propósito de promover el acceso abierto, la transparencia y la apropiación social del conocimiento, y así mejorar la gestión, el intercambio y la disponibilidad oportuna de la información de las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA)."

Esta acción prioritaria, tiene vinculación directa con el Acuerdo de Escazú, específicamente en su artículo 4.1, 5.1, 6.1, 6.6, y 10.2, los cuales mencionan, respectivamente, lo siguiente:

- "Para la implementación del presente Acuerdo, cada Parte alentará el uso de las nuevas tecnologías de la información, y la comunicación, tales como los datos abiertos, en los diversos idiomas usados en el país, cuando corresponda. Los medios electrónicos serán utilizados de una manera que no generen restricciones o discriminaciones para el público."

- "Cada Parte deberá garantizar el derecho del público de acceder a la información ambiental que está en su poder, bajo su control o custodia, de acuerdo con el principio de máxima publicidad."

- "Cada Parte, con arreglo a sus capacidades, podrá tomar, entre otras, las siguientes medidas: fortalecer las capacidades para recopilar, mantener y evaluar información ambiental."

- “Facilitar el acceso a la información ambiental de las personas o grupos en situación de vulnerabilidad.”

Adicionalmente, las acciones prioritarias relacionadas a los derechos de acceso y de fortalecimiento de capacidades y cooperación, tienen relación plena y directa con la Acción para el Empoderamiento Climático, como lo dispone el documento Propuesta de acciones prioritarias para la implementación en Colombia de los artículos 3 al 10 del Acuerdo de Escazú (Gobierno de Colombia, 2026).

El proceso de actualizar la PNEA también se ha realizado desde un ejercicio de participación pública, que ha permitido contar con las opiniones e intereses no solo de adultos, sino también de niños, niñas y adolescentes del país. Para lograrlo, se desarrollaron encuentros del Poder Pedagógico Popular durante el 2023 de manera conjunta entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo metodológico y técnico de Fondo Acción. En este proceso, 478 niños, niñas y adolescentes entre los 5 y los 17 años, de 17 ecorregiones priorizadas del país, expresaron sus intereses, necesidades e ideas para fortalecer y hacer real desde lo educativo y comunitario la relación entre las escuelas y la naturaleza (https://fondoaccion.org/wp-content/uploads/2024/09/PPP_Cartilla_ProcesoResultados_MAY28.pdf).

Frente a entidades y procesos internacionales como el Comité de los Derechos del Niño de las Naciones Unidas y la construcción de la Observación General No. 26, también los niños, niñas y adolescentes de Colombia han sido clave para que las recomendaciones que el Comité brindó a los Estados parte de la Convención sobre los Derechos del Niño, fueran reales y pertinentes en relación con la participación infantil y adolescente en la toma de decisiones ambientales y climáticas. A partir del ejercicio consultivo “Nuestras Acciones por un Ambiente Sano”, desarrollado en el 2023 por Fondo Acción, y los insumos técnicos aportados por esta misma organización, el Comité de los Derechos del Niño definió varias de sus recomendaciones sobre participación y educación para la Observación General No. 26 (Fondo Acción, 2023).

En el ámbito de la educación ambiental, se han consolidado los CIDEA como instancias de participación multiactor a nivel territorial. A través de los CIDEA se facilitan herramientas, lineamientos y estrategias que fortalecen los procesos de educación ambiental, por medio del desarrollo de espacios de capacitación y fortalecimiento de capacidades dirigidos a los diferentes actores institucionales y educativos, en los cuales se han abordado los conceptos básicos de cambio climático y su relación con el territorio y la importancia de integrar enfoques diferenciales, incluyendo el enfoque de género e interseccionalidad, en los procesos educativos y comunitarios. En estas instancias se ha promovido la articulación de entidades territoriales, instituciones educativas, organizaciones comunitarias y sociales, corporaciones, Autoridades Ambientales Urbanas, secretarías de educación y demás actores que desarrollan procesos de educación

ambiental en los territorios. Esta articulación facilita el avance en la formulación e implementación de los Planes de Educación Ambiental Municipales (PEAM) y departamentales, contribuyendo así a la consolidación de procesos sostenibles y estructurados de educación ambiental en cada territorio.

En este contexto, la participación de niños, niñas y adolescentes en escenarios educativos y comunitarios se configura como un elemento clave para la gobernanza climática. La escuela, más allá de su función formativa, se posiciona como un espacio de diálogo, incidencia y construcción colectiva de soluciones frente al cambio climático, donde se reconocen las voces de la niñez y la juventud como actores fundamentales en la transformación territorial.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM

En el marco del compromiso IT4-109 de los acuerdos del sector ambiente concertado con los pueblos indígenas en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, se formuló como propósito el fortalecimiento técnico y pedagógico de los procesos de Monitoreo Ambiental Comunitario Indígena (MACI). Con el propósito de recoger elementos que permitieran identificar la ruta de trabajo encaminada al fortalecimiento de estos procesos de resguardo en el territorio, el IDEAM participó en el Encuentro Nacional de Organizaciones Indígenas.

Este espacio contó con la participación de lideres de los diferentes pueblos indígenas además de representantes de las diferentes dependencias técnicas del Instituto, en donde los profesionales de las áreas relacionadas con hidrología, meteorología, ecosistemas y estudios ambientales aportaron elementos e información asociados a experiencias de monitoreo ambiental participativo y/o comunitario implementadas en el marco de proyectos de cooperación desarrollados al interior del Instituto. Lo anterior, recordando que, aunque estas iniciativas no atienden a la misionalidad del IDEAM han generado lecciones aprendidas que reflejan la importancia de contar con la participación activa de las comunidades locales en la recolección y análisis de datos, así como en la promoción de un enfoque transversal en el fortalecimiento del “resguardo” que realizan las comunidades indígenas en sus territorios. Adicionalmente, el Instituto como ente rector del monitoreo hidrometeorológico en Colombia presentó la gestión que realiza a partir de los pilares que guían institucionalmente este proceso, tales como, la cadena de valor del dato, la infraestructura, la tecnología dispuesta, el procesamiento y la calidad de la información y la generación de productos para la sociedad.

La participación del IDEAM en este espacio permitió confirmar la importancia de la integración de la ciencia técnica con el conocimiento local, además del intercambio de saberes y el dialogo horizontal en donde los diferentes actores inmersos aprenden mutuamente. Lo anterior, con el propósito de producir información para la toma de decisiones y generar conocimiento sobre las

dinámicas de los territorios para la formulación de herramientas que permitan entender los procesos de cambio en estos últimos; mejorando la capacidad de respuesta de las comunidades y fortaleciendo así sus planes de vida.

Fue así como el Encuentro Nacional de Organizaciones Indígenas brindó un espacio de participación, escucha activa y construcción colectiva para que todos los actores se sentaran a conversar sobre lo que desde la cosmovisión indígena significa el "resguardo" o "guardianaje" del territorio -reflejando a través de ello sus tradiciones espirituales y ancestrales-, y como estas prácticas de conocimiento tradicional pueden ser complementadas desde la presencia institucional a fin de garantizar las condiciones técnicas para el almacenamiento, la protección e interoperabilidad de los datos generados.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi

El Instituto, a partir de su principal propósito de investigación científica en asuntos ambientales, promueve la participación pública en 3 dimensiones complementarias: 1. Fortalecer la participación pública en la región amazónica, en relación con el Acuerdo de Escazú; 2. Fortalecer las capacidades de las comunidades locales para participar en la toma de decisiones; 3. Fortalecer la participación pública en las funciones del Instituto. Como parte de estos procesos, se incluye el abordaje del cambio climático en la Amazonía, así como su intersección con la biodiversidad:

- Participación pública en el territorio: el Instituto aplicó la "Ruta 567 Escazú", que generó un índice de desarrollo del Acuerdo de Escazú, cuyo módulo 3 es la Participación Ciudadana en la Toma de Decisiones Ambientales.

Adicionalmente, el Instituto desarrolló el Atlas de Conflictos Socioambientales de la Amazonía Colombiana, para el que se han hecho diagnósticos territoriales participativos con instituciones de temas ambientales, representantes de pueblos indígenas, campesinos y organizaciones sociales (https://siatac.co/atlas-voces-del-territorio/). La caracterización de los conflictos socioambientales, dentro de los que se incluye el cambio climático, es información que contribuye al desarrollo de mecanismos de gestión adecuados.

Desde el instituto, también se ha trabajado en empoderar a la sociedad civil y a las comunidades amazónicas con información relevante y herramientas de diálogo para que su participación en las decisiones ambientales sea real y transformadora, más allá de una simple consulta formal. A través de la integración de los saberes tradicionales en sus investigaciones, el Instituto fortalece la posición de las comunidades como actores legítimos y expertos en la gestión ambiental de su territorio.

Finalmente, por medio de la estrategia institucional llamada Rutas para la Democratización de la Información (https://sinchi.org.co/rutas-para-la-democratizacion-de-la-informacion) la cual contempla: 1. Talleres para la democratización de la información, para el diagnóstico actualizado ; 2. Foros por la ciencia, que fomentan el diálogo entre los saberes comunitarios y el conocimiento técnico; y 3. La Mochila de Saberes Amazónicos, herramienta educativa para facilitar el intercambio y la enseñanza sobre temas ambientales, culturales y sostenibles, el instituto ha logrado fomentar la participación pública y el acceso a la información permitiendo el involucramiento de diferentes actores fundamentales.

Dirección General Marítima DIMAR

Como parte de las estrategias de fortalecimiento de la educación climática y la apropiación social del conocimiento, la Dirección General Marítima (DIMAR), a través de los Centros de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, desarrolla de manera continua actividades de interacción directa con la comunidad académica, mediante la recepción de visitas de instituciones educativas de nivel escolar y universitario en sus instalaciones.

Estas jornadas están orientadas a la socialización de las capacidades técnicas y científicas del Centro, incluyendo la presentación de los procesos de monitoreo, adquisición y análisis de variables meteorológicas y oceanográficas, así como el funcionamiento de la infraestructura instrumental empleada para la generación de información climática. A través de demostraciones prácticas de equipos y sistemas de medición, los participantes pueden comprender los principios físicos y metodológicos que sustentan la observación del océano y la atmósfera.

Ministerio de Minas y Energía

El Ministerio de Minas y Energía ha implementado una estrategia participativa de mesas territoriales de cambio climático del sector minero energético, que incluye la capacitación de actores sectoriales, socialización de información climática y generación de acuerdos. En 2025, se desarrollaron mesas en Putumayo, Villavicencio y San Andrés, en las cuales se abordaron temas relacionados con la identificación de riesgos e impactos del cambio climático y la formulación de propuestas de adaptación para los subsectores de minas, energía e hidrocarburos. Estos espacios se desarrollaron bajo una metodología participativa que incluyó ejercicios de análisis, trabajo grupal y construcción colectiva de insumos técnicos. Como resultado, se generaron aportes relevantes para la actualización del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del sector (PIGCCME), particularmente en su componente de adaptación, así como insumos técnicos derivados del conocimiento territorial y sectorial de los participantes.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA

La ANLA ha desarrollado la actualización participativa de instrumentos clave para la gestión ambiental de proyectos sujetos a licenciamiento, con el fin de incorporar lineamientos relacionados con el cambio climático en términos de adaptación y mitigación (Manuales de Evaluación de Estudios Ambientales de Proyectos y de Seguimiento Ambiental de Proyectos y la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales - MGEPEA). Los procesos de consulta pública de estos instrumentos han permitido recoger e incluir los aportes de los actores sociales y la ciudadanía.

Fondo Acción

La organización ha tenido como una de sus preocupaciones principales el bienestar de las comunidades y para el ejercicio real de derechos de la niñez y la adolescencia, principalmente el de la participación, la educación de calidad y el del ambiente sano. Para ello, se construyó el Modelo de intervención participación infantil y adolescente para la protección comunitaria del agua, que aborda de manera articulada los derechos de la niñez y la adolescencia, los procesos escolares, y la gestión y cuidado comunitario del agua, para hacer real, efectiva y sostenible la inclusión de niños, niñas y adolescentes en la generación de información y análisis de la situación de los recursos hídricos cercanos y en la toma de decisiones por parte de sus comunidades para su cuidado y protección.

Este modelo fue creado en línea con:

1. La diversidad y participación y ciudadanía: fomentando en la niñez y la adolescencia intereses y acciones de cuidado y conservación de los recursos hídricos.
2. Apropiación de su territorio y sentimientos de pertenencia y solidaridad con los demás seres vivos.

6.2.1.2. Acceso Público a la Información

El acceso público a la información se dirige a hacer la información libremente accesible, en especial aquella que es propia de entidades públicas (United Nations Educational & United Nations Framework Convention on Climate Change, 2016a). Más allá de la generación y gestión de la información, se refiere a que esté a disposición de la sociedad y que pueda constituirse en conocimiento útil para todos (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente, 2010b) Contribuye a la democratización del conocimiento, refuerza la conexión entre la producción e intercambio del conocimiento con la toma de decisiones informada, es un fundamento para la participación efectiva y moviliza la acción climática.

Este apartado organiza los procesos en 2 aspectos: las herramientas para el acceso público a la información y los procesos estratégicos para fortalecer la apropiación del conocimiento.

6.2.1.2.1. Herramientas para el acceso público a la información:

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM):

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ha sustentado la democratización del conocimiento ambiental en la captura, procesamiento y difusión de datos generados por medio de tecnología avanzada y alianzas estratégicas, dando como resultado la difusión de información a través de (https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines: a) Informe Técnico Diario de Condiciones Hidrometeorológicas, Alertas y Pronósticos (ITD); b) Boletín de Condiciones Hidrometeorológicas Actuales, Alertas y Pronósticos (BCH); c) Boletín de Alertas por Pronóstico de la Amenaza por Incendios de la Cobertura Vegetal (BAICV); d) Boletín de Alertas Hidrológicas (BAH); e) Comunicados Especiales (CE); e) Boletín de Pronóstico Nacional del Tiempo para Tres Días (BPTD); f) Boletines Temporada de Huracanes -Ciclones-(BTCH); g) Boletín de Alertas por Pronóstico de la Amenaza por Deslizamientos de Tierra (BADT); h) Boletín Semanal para el Sector Agrícola (BSA); i) Boletín Mensual de la Situación Sinóptica (BSS); j) Información preliminar diaria de precipitación y temperatura de los principales aeropuertos y ciudades del país; k) Boletín de La Mojana (en el marco del Programa Estratégico de transformación de la Ecorregión la Mojana: Fortalecimiento de capacidades en la democratización de la información hidrometeorológicas en la ecorregión de La Mojana en el marco del ordenamiento ambiental del territorio alrededor del agua.

Adicionalmente, el IDEAM realiza espacios de difusión sobre información climática asociada a variabilidad y eventos extremos como El Niño y La Niña, por medio de espacios como las mesas agroclimáticas, comités, y reuniones programadas por los sectores productivos del país, quienes hacen uso de primera mano de esta información para la toma de decisiones de alto impacto.

Parques Nacionales Naturales (PNN) e IDEAM:

En el marco del Convenio Interadministrativo 002 de 2020 entre el IDEAM y PNN de Colombia, se creó e implementó el Visor de Alertas de la Oficina de Gestión del Riesgo, disponible en línea como herramienta estratégica orientada a mejorar la apropiación, consulta y uso de las alertas generadas por el IDEAM en las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

El visor fue diseñado a partir de un diagnóstico de capacidades y necesidades de los equipos territoriales, que evidenció barreras en el acceso, comprensión y aplicabilidad de la información de alertas a la escala de las áreas protegidas. La herramienta fue construida en articulación con el IDEAM, incluyendo la gestión de acceso a insumos diarios (shapefiles y datos base), la comprensión de las metodologías de generación de alertas y la adaptación de los productos al contexto específico de PNNC.

El visor consolida en un único espacio web de acceso diario las alertas por tres fenómenos amenazantes:

- Alertas por amenaza hidrológica (inundaciones)
- Alerta por deslizamientos de tierra
- Alertas por incendios forestales

La información se actualiza diariamente y cuenta con un enfoque territorial, con visualizaciones claras mediante mapas, gráficos y tablas, facilitando su interpretación por parte de los equipos operativos de las áreas protegidas.

Técnicamente, el visor incorpora modelos de análisis espacial en ArcGIS Pro orientados a alertas hidrológicas, incendios forestales y movimientos en masa, desarrollados como herramientas para el monitoreo continuo del riesgo en el Sistema de Parques. Durante el período se realizó la socialización del visor con las Direcciones Territoriales, destacándose la presentación y validación con la Dirección Territorial Andes Nororientales como primer paso para su apropiación institucional.

Adicionalmente, a los talleres territoriales, durante 2025 se elaboraron insumos específicos de riesgo climático para áreas protegidas estratégicas del sistema. Estos productos incorporan información climática y espacial adaptada a las condiciones particulares de cada área protegida, constituyéndose en herramientas de apoyo para la planificación del manejo, la gestión del riesgo y la toma de decisiones en campo:

- Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete
- Parque Nacional Natural Los Katíos
- Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi-Wasi
- Parque Nacional Natural Serranía de los Churumbelos Auka-Wasi
- Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos
- Vía Parque Isla de Salamanca (VIPIS)

Estos insumos contribuyen a mejorar la capacidad de anticipación, priorización y respuesta frente a eventos climáticos extremos en contextos ecológicos y sociales diversos, y se alinean con los principios de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres establecidos en la (Congreso de la República, 2012).

El Visor de Alertas de la Oficina de Gestión del Riesgo de PNNC está disponible públicamente en: https://sites.google.com/parquesnacionales.gov.co/alertas-de-desastres-pnnc/boletín-diario

Instituto Alexander von Humboldt:

El Instituto tiene la página web Biodiversidad y Cambio Climático (https://proyectos.humboldt.org.co/cambioclimatico/), en la que centraliza la información de la línea temática de investigación que desarrolla proyectos, productos y herramientas destinadas a divulgar y vincular datos de biodiversidad con escenarios y métricas climáticas. Este portal permite acceder a información crucial sobre la relación entre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y el cambio climático. Dichos datos e información pueden ser usados para tomar decisiones y desarrollar estrategias efectivas que promuevan la resiliencia, la protección y conservación de la biodiversidad, mejoren el potencial de adaptación de los sistemas naturales y los sistemas socioecológicos en escenarios del cambio climático.

El Instituto cuenta con una página web interactiva y didáctica para el reporte de estado y tendencias de la biodiversidad, que incluye capítulos y fichas sobre efectos del cambio climático (refugios climáticos, susceptibilidades, tendencias por biomas), productos interpretables para tomadores de decisión, bases de datos y productos cartográficos usados en evaluación de impactos climáticos (https://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2021/).

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi:

El Sinchi fomenta el acceso equitativo a la información a través de mecanismos virtuales (sistemas de información https://siatac.co/, publicaciones https://www.sinchi.org.co/publicaciones y proyectos https://sinchi.org.co/servicios). Uno de los desarrollos realizados es el Atlas de Conflictos Socioambientales de la Amazonía Colombiana, que incluye el cambio

climático como una categoría de conflicto socioambiental, en el que actualmente se ubican dos conflictos relacionados con la ejecución de proyectos de Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques (REDD+). Para el desarrollo del Atlas se utilizaron mecanismos participativos que contribuyeron al diagnóstico de los conflictos socioambientales.

Dirección General Marítima DIMAR

La DIMAR cuenta con el Boletín Meteomarino del Pacífico Colombiano, publicación institucional de carácter técnico-científico que se emite de manera mensual desde el año 2018. Este boletín constituye un producto operativo que integra, analiza y comunica el comportamiento observado de las principales variables océano-atmosféricas en la Cuenca Pacífica Colombiana (CPC), incluyendo temperatura del aire, presión atmosférica, viento, humedad relativa, precipitación, oleaje y nivel del mar, a partir de información proveniente de la Red de Medición de Parámetros Oceanográficos y de Meteorología Marina (RedMpomm) y otras fuentes complementarias. Su estructura incorpora análisis sinóptico, caracterización climatológica y evaluación de condiciones locales marítimas y portuarias, lo que permite una interpretación integral de los procesos que modulan la variabilidad climática regional.

En el marco de la Acción para el Empoderamiento Climático, este producto cumple una función estratégica al facilitar el acceso abierto a información climática validada, bajo esquemas de licenciamiento tipo Creative Commons, garantizando su uso por parte de la comunidad académica, instituciones técnicas, sectores productivos y tomadores de decisiones. Su difusión sistemática hacia universidades, centros de investigación y actores regionales contribuye al fortalecimiento de capacidades en análisis climático, promoviendo el uso de información científica en procesos de planificación, gestión del riesgo y adaptación al cambio climático.

Adicionalmente, el boletín actúa como un instrumento de apropiación social del conocimiento al traducir datos observacionales y análisis especializados en insumos interpretables que permiten comprender la dinámica océano-atmósfera en el Pacífico colombiano. Esto favorece la construcción de una base de conocimiento compartida entre comunidad científica, autoridades y sociedad civil, consolidando un canal permanente de interacción entre la producción científica institucional y sus usuarios finales.

La DIMAR, a través del centro de investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP), ha desarrollado el Boletín de Monitoreo de Condiciones ENOS del Pacífico Central Oriental, publicación técnica de carácter mensual orientada al seguimiento, diagnóstico y análisis de la evolución del fenómeno El Niño–Oscilación del Sur (ENOS) en diferentes escalas espaciales. Este producto integra información a nivel global, regional y local, permitiendo evaluar de

manera sistemática el comportamiento del sistema océano-atmósfera en el Pacífico ecuatorial y su influencia sobre la Cuenca Pacífica Colombiana. En su desarrollo se emplean datos provenientes de reanálisis internacionales, así como observaciones in situ generadas por la infraestructura nacional de monitoreo, particularmente la Estación Costera Fija de Tumaco y los indicadores derivados como el Índice Multivariado de Tumaco (IMT).

El boletín presenta un análisis técnico de variables clave como anomalías de la temperatura superficial del mar, nivel del mar, vientos, salinidad e índices climáticos (ONI, SOI, MEI), así como la interpretación de su evolución y la generación de escenarios probabilísticos de corto y mediano plazo. Esta integración de información permite no solo caracterizar el estado actual del sistema climático, sino también anticipar transiciones entre fases ENOS, constituyéndose en un insumo relevante para la gestión del riesgo climático y la planificación sectorial. En el contexto de la Acción para el Empoderamiento Climático, este producto fortalece el acceso a información climática especializada al ser difundido en formato digital de acceso abierto y bajo esquemas de licenciamiento institucional, dirigido a la comunidad científica, académica y al sector marítimo. Su carácter técnico, sumado a su periodicidad mensual, contribuye al desarrollo de capacidades en análisis e interpretación de la variabilidad climática, facilitando el uso de información científica en la toma de decisiones.

En el marco de la articulación interinstitucional para el monitoreo y seguimiento de la variabilidad climática en Colombia, la DIMAR, participa activamente en la elaboración del Comunicado Nacional de las Condiciones Actuales del Fenómeno El Niño–La Niña, emitido de manera mensual desde el año 2016 por el Comité Técnico Nacional para el Estudio del Fenómeno El Niño (CTN-ERFEN). Desde la perspectiva de la Acción para el Empoderamiento Climático, este producto se posiciona como un mecanismo fundamental de acceso a información climática oficial y comunicación del riesgo, al traducir análisis técnicos especializados en insumos aplicables para la toma de decisiones a diferentes escalas. Su carácter periódico y su validación interinstitucional garantizan la consistencia y confiabilidad de la información, fortaleciendo la transparencia en la comunicación climática a nivel nacional.

Asimismo, el comunicado contribuye al fortalecimiento de capacidades en entidades territoriales y actores sectoriales, al proporcionar información estructurada que facilita la interpretación de la evolución del fenómeno ENOS y sus posibles impactos. De igual manera, promueve la sensibilización de la población frente a los riesgos asociados a la variabilidad climática, mediante la difusión de recomendaciones prácticas y orientaciones para la preparación ante eventos extremos.

Finalmente, la DIMAR desarrolló la plataforma Vigilancia Integrada de Oscilaciones Climáticas (VIOC), concebida como una herramienta tecnológica orientada al seguimiento, diagnóstico y análisis de la variabilidad climática en Colombia, la cual constituye una plataforma web que integra múltiples fuentes de información océano-atmosférica, permitiendo la visualización, consulta e interpretación de variables climáticas e índices asociados a fenómenos de variabilidad climática como El Niño–Oscilación del Sur (ENOS) y otros modos de oscilación relevantes. Esta herramienta surge como respuesta a la necesidad de disponer de sistemas que permitan interpretar de manera regional los impactos de estos fenómenos, considerando las particularidades oceanográficas y meteorológicas del territorio colombiano. En el marco de la Acción para el Empoderamiento Climático, VIOC se consolida como un instrumento estratégico para el acceso público a la información climática, al disponer de manera abierta y estructurada datos y productos científicos que anteriormente se encontraban dispersos o limitados a entornos técnicos especializados. Su enfoque de visualización interactiva permite que tanto usuarios expertos como no expertos puedan interpretar la información, reduciendo la brecha entre la generación de conocimiento científico y su uso en la toma de decisiones.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA

La ANLA cuenta con el micrositio “Cambio Climático y Variabilidad Climática” (https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos/apuestas-transformacionales-cambio-climatico/cual-es-la-apuesta), en el que se detalla la integración del enfoque climático con el licenciamiento ambiental, con un “Tablero de Control de los reportes de Variabilidad Climática” (https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos/apuestas-transformacionales-cambio-climatico/generalidades-atcc), disponible para consulta del público en general, desde el cual se generan reportes sobre variabilidad climática, orientados a identificar alertas hidroclimáticas y su relación con proyectos, obras o actividades (POA) sujetos a licencias o permisos ambientales.

La ANLA ha publicado el “Portafolio de Buenas Prácticas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero y Adaptación al Cambio Climático”, como una herramienta diseñada para el fortalecimiento de la planeación y ejecución de POA sujetos a licenciamiento ambiental. Este portafolio brinda una orientación en la implementación de medidas que mitiguen Gases de Efecto Invernadero (GEI) y promuevan la adaptación al cambio climático, con el propósito de integrar el cambio climático en las decisiones de licenciamiento.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis (INVEMAR):

El INVEMAR ha consolidado plataformas de datos abiertos, sistemas de información y productos técnicos que transforman la evidencia científica en insumos para la toma de decisiones. Estos desarrollos, han permitido mejorar la

disponibilidad, calidad y uso de la información sobre procesos como la erosión costera y la variabilidad climática.

En este contexto, TRITON, Observatorio de los Mares Tropicales de las Américas, constituye una plataforma en línea de apoyo a la investigación, a las actividades productivas y al seguimiento de la evolución (monitoreo) de las condiciones oceánicas en la región del Caribe. Esta herramienta despliega, de forma casi permanente y en tiempo cercano al real (entre 6 horas y 2 días de retraso), datos e información oceanográfica de alta relevancia, con la mayor resolución espacial posible para toda la cuenca. Entre la información disponible para consulta y descarga se incluyen datos de altura del nivel del mar, velocidad de corrientes superficiales, temperatura superficial del mar, clorofila, oleaje, viento, ubicación de estaciones meteorológicas y oceanográficas (administradas por INVEMAR), así como perfiles CTD y registros de dataloggers.

De igual forma, CLIMARES, sitio web sobre cambio climático para mares y costas de Colombia, constituye un instrumento de comunicación y difusión de información en materia de cambio climático para las zonas costeras del país. Este portal reúne cerca de 25 años de trabajo desarrollado por INVEMAR, incluyendo información sobre vulnerabilidad, adaptación, mitigación y servicios de información, como ejes temáticos centrales para comprender la dinámica de las zonas costeras y mejorar su resiliencia frente al cambio climático. El conocimiento de los efectos, así como de los instrumentos y medidas de intervención frente al cambio climático en estas zonas, configura una herramienta de alto impacto para determinar el nivel de adaptación de los sistemas naturales y de las comunidades costeras.

Adicionalmente el Sistema de Información para la Gestión de los Manglares en Colombia (SIGMA) es un instrumento diseñado para fomentar el conocimiento y la investigación sobre el ecosistema de manglar en el país, facilitando la toma de decisiones y la implementación de medidas orientadas al uso sostenible, el manejo y la conservación de estos ecosistemas. Dada su relevancia como ecosistemas estratégicos y como reservorios de carbono azul, los manglares constituyen un componente fundamental de las acciones de manejo y adaptación basada en ecosistemas. En este sentido, SIGMA incorpora un módulo de Carbono Azul que proporciona datos actualizados sobre variables como biomasa aérea, necromasa y suelos en parcelas de muestreo ubicadas en siete departamentos costeros, fortaleciendo así la base de información para la gestión climática en zonas marino-costeras.

Por su parte, el Sistema de información para el seguimiento de la Erosión Costera para el Caribe Colombiano - COSTERO, es una herramienta administrada por INVEMAR, que integra información científica sobre la dinámica de los litorales (como cambios en la línea de costa, procesos erosivos y sedimentarios), y la pone a disposición de usuarios a través de servicios como geovisores, bases de datos,

imágenes, documentos y metadatos. Su propósito principal no es solo almacenar datos, sino convertir ese conocimiento en un insumo para la toma de decisiones públicas, apoyando la planificación y la gestión costera. En este sentido, el sistema busca instrumentalizar la gestión pública, facilitando que entidades y actores territoriales diseñen e implementen medidas frente a la erosión costera. Finalmente, COSTERO se orienta a un objetivo más amplio: contribuir al desarrollo sostenible de las zonas costeras, incorporando tanto dimensiones ambientales (protección de ecosistemas, dinámica litoral) como socioeconómicas (impactos sobre infraestructura, comunidades y actividades productivas)

Finalmente, y de nivel local, el Sistema de Observación de playas turísticas de Santa Marta es una plataforma que integra y difunde información ambiental sobre las playas del Distrito, con el propósito de fortalecer su gestión y administración, y contribuir al aumento de su competitividad turística. Este sistema forma parte del Sistema Automatizado de Monitoreo de Playas del Distrito y constituye un ejemplo de buenas prácticas locales en la gestión del litoral, particularmente frente a riesgos asociados al cambio climático y la variabilidad climática.

6.2.1.2.2. Procesos estratégicos para fortalecer la apropiación del conocimiento:

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM):

A través del Proyecto ENANDES – Servicios Climáticos para la Adaptación en los Andes, el IDEAM ha generado un impacto significativo en las comunidades rurales e instituciones locales del Cauca, por medio del fortalecimiento de la gestión del riesgo climático y la planificación territorial. A través del robustecimiento de las Mesas Agroclimáticas Comunitarias (MAC) y la implementación de herramientas de monitoreo climático, se mejoró la capacidad de respuesta frente a la variabilidad y el cambio climático. Como resultados de este proyecto se ha generado la vinculación de más de 1500 familias indígenas y campesinas, y bajo una metodología de monitoreo ambiental, se ha publicado 24 boletines agroclimáticos (https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines/Boletines-agroclim%C3%A1ticos-ENANDES) desde su inicio en el año 2022, realizando el cargue al DHIME (Datos Hidrometeorológicos y Meteorológicos) de 140 meses de datos climáticos generados desde el proyecto.

Adicionalmente, y con el fin de que el país cuente con información estratégica para el ordenamiento ambiental, territorial y la apropiación del conocimiento, el IDEAM habilitó el micrositio (https://experience.arcgis.com/experience/568ddab184334f6b81a04d2fe9aac262/page/Geoportal-Institucional/) para consulta y descarga de información pública ambiental institucional, fortaleciendo el Sistema de información Ambiental

Institucional a través de la vinculación de actividades y profesionales para mantener actualizada la información de indicadores ambientales, operaciones estadísticas y la información geográfica ambiental institucional oficializada.

Instituto Alexander von Humboldt

El Instituto estructuró e implementa la estrategia de Apropiación Social del Conocimiento (https://repository.humboldt.org.co/entities/publication/25f68391-a472-4ff5-bc60-c4c9ddd3bf15), que se propone como una orientación para la incorporación transversal de la Apropiación Social del Conocimiento en las decisiones y misiones institucionales. La estrategia incluye el diseño de acciones encaminadas a transformar comportamientos, percepciones y prácticas asociadas a la gestión integral de la biodiversidad, incluyendo su relación con el cambio climático, en los territorios del país.

Departamento Nacional de Planeación (DNP)

El DNP diseñó guías técnicas sobre planeación de proyectos con enfoque climático, como la Caja de Herramientas para Intervenciones Resilientes, que ayuda a diseñar proyectos de inversión pública (ejemplo vías, acueductos, infraestructura, etc.) teniendo en cuenta riesgos climáticos y el riesgo de desastres, que sean más seguras, sostenibles y duraderas. La guía da orientaciones para que los proyectos: no se construyan en zonas de alto riesgo, Incorporen medidas de adaptación al cambio climático, sean más eficientes en el uso de recursos públicos, eviten pérdidas económicas por desastres; está orientada a funcionarios públicos, formuladores de proyectos, entidades territoriales, y personas que evalúan inversiones públicas. Este documento orientador se socializa territorialmente y en el portal de la entidad.

Parques Nacionales Naturales (PNN)

Desde PNN, las siguientes acciones reflejan el avance en gestión del conocimiento, incorporación de enfoques ecosistémicos en reducción del riesgo y fortalecimiento de capacidades territoriales, contribuyendo a la resiliencia de las áreas protegidas y a la seguridad hídrica de sus regiones de influencia.

PNN desarrolló y socializó el Protocolo para la Atención de Fauna Silvestre en Situación de Riesgo y/o Emergencia en PNNC, el cual establece lineamientos técnicos para el manejo de fauna afectada por incendios forestales, movimientos en masa, inundaciones y otras amenazas. Este protocolo, reconoce no solo el daño físico a la fauna, sino también las alteraciones comportamentales y migratorias que generan riesgos adicionales, y busca prevenir y mitigar los impactos sobre la biodiversidad como componente esencial de la adaptación al cambio climático.

Adicionalmente, desde PNN se realizan talleres en sus direcciones territoriales sobre el fortalecimiento institucional en gestión del riesgo y respuesta a emergencias, abordando una introducción al conocimiento y reducción del riesgo de desastres; manejo de emergencias y desastres; seguridad y salud en emergencias; atención de emergencias por agua, por procesos geológicos, por vientos fuertes y por incendios forestales. El desarrollo de dichos talleres fortaleció capacidades técnicas y operativas de las direcciones territoriales para prevenir, responder y gestionar eventos climáticos.

Asimismo, a través de su Oficina de Gestión del Riesgo, durante la vigencia 2025 desarrolló talleres de fortalecimiento institucional en gestión del riesgo y riesgo climático dirigidos a las Direcciones Territoriales Amazonia, Pacífico y Andes Nororientales. Estos talleres materializaron la generación de insumos específicos de riesgo climático para cada territorio, con un enfoque aplicado a las necesidades particulares de los equipos, constituyéndose en acciones concretas de empoderamiento climático a escala territorial.

Los talleres abordaron los siguientes contenidos centrales, articulando el marco normativo internacional y nacional con la realidad de las áreas protegidas:

- Marco conceptual del riesgo climático: relación entre tiempo, variabilidad climática y cambio climático según el IDEAM y la Ley 1931 de 2018.
- Conceptos de amenaza, vulnerabilidad, elementos expuestos y escenarios de riesgo, con énfasis en los Valores Objeto de Conservación (VOC).
- Nuevo enfoque de la Gestión del Riesgo de Desastres en PNNC: zonificación del riesgo, evaluación de daños y pérdidas, atención a fauna silvestre, relación con el riesgo público y la adaptación al cambio climático.
- Relación entre GRD, variabilidad climática (ENOS) y cambio climático: impactos evidenciados e impactos futuros proyectados sobre incendios forestales, deslizamientos, sequías e inundaciones.
- Normatividad asociada: Acuerdo de París (artículos 7 y 8 sobre adaptación, pérdidas y daños), Marco de Sendai (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015), ODS, NDC, Ley 1523 de 2012 (Congreso de Colombia, 2012), CONPES 3870 de 2016.
- Diagnóstico climático territorial específico a partir de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, 2024): proyecciones de temperatura media, mínima y máxima, y precipitación según escenarios SSP para cada dirección territorial.
- Medidas de reducción del riesgo: intervención prospectiva mediante Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) e intervención correctiva para reducir riesgos existentes.

A continuación, se describen los talleres por dirección territorial:

- Taller para la Dirección Territorial Andes Nororientales (DTAN)

El taller realizado para la Dirección Territorial Andes Nororientales profundizó en el análisis del riesgo climático asociado al Fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur) y sus efectos en las áreas protegidas de esta dirección. Se presentó información específica sobre el seguimiento a eventos ENOS en la DTAN, destacando los impactos en incendios forestales durante la fase cálida (El Niño 2023-2024): el Parque Nacional Natural El Cocuy registró 670,83 hectáreas afectadas y el Santuario de Fauna y Flora Iguaque 118,57 hectáreas durante el evento Niño 2023-2024 (fuente: IERN, 2024). Se identificaron necesidades prioritarias como la estandarización de bases de datos de incendios forestales, el fortalecimiento de los Planes de Emergencia y Contingencia (PECDNS), y la creación de mecanismos de cooperación entre áreas protegidas, la Dirección Territorial, la Oficina de Gestión del Riesgo, comunidades y sector privado para la gestión integral del riesgo por incendios forestales. El taller incluyó ejercicios participativos de identificación de impactos presentes y futuros en las áreas protegidas.

- Taller para la Dirección Territorial Pacífico (DTPA)

Para la Dirección Territorial Pacífico se desarrolló un taller de conocimiento del riesgo climático con diagnóstico específico para el territorio, abordando el régimen pluviométrico, el boletín de alertas, la variabilidad climática, y los escenarios de la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático en cuanto a proyecciones de precipitación y temperatura para el Pacífico colombiano. El taller desarrolló la comprensión de la relación entre los fenómenos de variabilidad climática, el cambio climático y los escenarios de riesgo en las áreas protegidas de la región (deslizamientos, sequías, incendios), así como la identificación de medidas de reducción del riesgo mediante intervención prospectiva (Soluciones Basadas en la Naturaleza) e intervención correctiva. La sesión incluyó trabajo participativo para identificar impactos evidenciados e impactos futuros considerando los condicionantes climáticos de la región Pacífico.

- Taller para la Dirección Territorial Amazonia (DTAM)

El taller de riesgo climático para la Dirección Territorial Amazonia fue desarrollado por la Oficina de Gestión del Riesgo y se centró en la caracterización del riesgo climático en las tres subregiones de la DTAM: piedemonte andino-amazónico, nororiente amazónico y planicie amazónica.

El taller también abordó el Enfoque de Reducción del Riesgo de Desastres basado en Ecosistemas (Eco-RRD), destacando el rol de los ecosistemas amazónicos como infraestructura natural para prevenir, mitigar o absorber impactos de amenazas, disminuir la exposición y reducir la vulnerabilidad de las poblaciones.

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF)

Desde ICBF, se han elaborado materiales pedagógicos como cartillas, cuadernillos ilustrados y herbarios comunitarios que recopilan saberes ancestrales, recetas de alimentos naturales, prácticas para el bienestar animal y consejos para el cuidado de las semillas nativas y las especies menores criollas que han sido la base de la alimentación para estos pueblos y en muchos territorios han comenzado a desaparecer. Tal es el caso de la comunidad de Correa (María La Baja), donde las familias participaron en la creación de un folleto informativo ilustrado que resume prácticas tradicionales de manejo de especies menores, garantizando que los conocimientos no queden únicamente en el espacio del taller, sino que se conviertan en herramientas de consulta y réplica al interior de los hogares.

6.2.1.3. Educación

La educación tiene un rol fundamental para afrontar los retos comunes que tenemos como sociedad, crea propósitos compartidos y permite que los individuos y las comunidades florezcan de forma conjunta (United Nations Educational, 2021). La educación busca cambiar hábitos en el largo plazo, especialmente entre las niñas, niños, adolescentes y jóvenes (United Nations Educational & United Nations Framework Convention on Climate Change, 2016a), siendo un motor de la transformación social que se requiere para enfrentar el cambio climático.

De acuerdo con la estructuración del sistema educativo colombiano, en el elemento de educación se integran:

- Educación formal: en todos sus niveles y ámbitos, como lo es la educación preescolar, básica, media y superior, así como lo correspondiente al Sistema Educativo Indígena Propio (SEIP).
- La educación para el trabajo y el desarrollo humano.
- Educación informal: que involucra procesos de educación comunitarios, populares, de organizaciones de la sociedad civil, el sector privado y entidades públicas.

La presente sección se organiza según los siguientes apartados: 1. Enfoque sistémico de la educación ambiental y formación integral, 2. Programas nacionales para el fortalecimiento de la educación ambiental, incluyendo el cambio climático, 3. Implementación de la dimensión ambiental en la educación formal, incluyendo el cambio climático y 4. Implementación de la dimensión ambiental en la educación informal, incluyendo el cambio climático.

6.2.1.3.1. Enfoque sistémico de la educación ambiental y formación integral:

"Los Ministerios de Ambiente y de Educación lideraron un proceso de actualización de la PNEA que, entre otros aspectos, tuvo como propósito fortalecer la inclusión del cambio climático en la educación ambiental (Gobierno de Colombia, 2020), desde la perspectiva de que en la realidad contemporánea el abordaje de la dimensión ambiental implica inherentemente el cambio climático. El cambio climático es, por lo tanto, esencial para la aproximación sistémica y compleja de la educación ambiental, incorporando los contextos global, regional, nacional y local." (PNEA, 2026) Es así como se aborda en el Plan de Acción de la Política:

"2.1.11. Incorporación de la educación del cambio climático en los procesos de educación ambiental: en todos los niveles de la educación formal, desde la lectura de contexto y los enfoques de derechos humanos, intergeneracional, diferencial, étnico y de género que promuevan la equidad, la resiliencia climática a nivel individual y comunitario a partir de la autonomía territorial e institucional."

Esta línea busca visibilizar las acciones desde la educación formal e informal en cambio climático y los actores que aportan desde su diversidad en esta temática.

"La educación ambiental, como dimensión de la formación integral, se debe abordar interdisciplinariamente desde los distintos campos del conocimiento, los proyectos pedagógicos y la gestión institucional, articulando saberes, prácticas y experiencias. En ese sentido, en la Política Nacional de Educación Ambiental de 2002, se resaltó la lectura de contexto y la reflexión crítica para la comprensión sistémica del ambiente. En esta medida, la educación ambiental dialoga con las realidades territoriales en las que acontece, para comprenderlas y transformarlas. Ello implica identificar aspectos clave como el curso de vida, las interacciones como centro del proceso educativo, y las trayectorias escolares reales de niñas, niños, adolescentes, jóvenes y personas adultas, reconociendo su capacidad de agencia, participación y autonomía. De este modo se fortalece la participación activa de personas y comunidades en la construcción de sentidos que les permitan descubrir sus intereses, potencialidades, y relacionarse de manera crítica, ética, responsable y creativa consigo mismas, con los otros y con lo otro, trascendiendo la ruptura disciplinar y la mera transmisión de conocimientos.

Desde la educación ambiental, el cambio climático implica un cuestionamiento ético y político de los patrones de consumo, producción y gobernanza, así como de su relación con otras crisis: las migraciones, la pérdida de biodiversidad, la inseguridad alimentaria y la gestión de residuos. Implica también el desarrollo integral de personas y colectividades responsables y críticas que promuevan alternativas territoriales y comunitarias para el cuidado de la vida, desde el diálogo intergeneracional e intercultural.

Desde esta perspectiva, se recomendó que el cambio climático sea asumido como un eje estructurante de la educación ambiental. Esto debe traducirse en una educación crítica, esperanzadora y transformadora que permita comprender sus causas, sus impactos diferenciales y las estrategias institucionales y comunitarias de adaptación y mitigación. En este sentido, se propone superar interpretaciones fatalistas que llevan a la inacción e imposibilitan la comprensión profunda de esta problemática, lo que invita a la implementación de metodologías activas como expediciones, laboratorios vivos y rutas de biodiversidad; a la construcción de justicia ambiental y climática y el fortalecimiento de capacidades de educadores ambientales para abordar este tema con rigurosidad y sensibilidad." (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Ministerio de Educación Nacional, 2026b).

Asimismo, la Actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental plantea el encuentro y el diálogo horizontal entre la diversidad de actores públicos, privados y de la sociedad civil, fortaleciendo estrategias como los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) y los Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental (PROCEDA), promoviendo escenarios de articulación que fortalezcan la relación entre la escuela, la comunidad y el territorio. De igual manera, en las Instituciones de Educación Superior se reconoce la importancia de avanzar en procesos de ambientalización del currículo y en el fortalecimiento de los sistemas ambientales universitarios, así como en el desarrollo de programas de extensión y formación orientados a la comprensión y acción frente al cambio climático y otros desafíos socioambientales contemporáneos.

La Actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental plantea el encuentro entre la diversidad de actores públicos, privados y de la sociedad civil, especialmente, Proyectos Ambientales Escolares y Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental. Igualmente, en el caso de Instituciones de Educación Superior se han utilizado programas de extensión para formar en cambio climático, así como la incorporación de los PRAU.

De otro lado, derivada de la concepción del ambiente, la educación ambiental es parte esencial de la formación integral de las personas, que se fundamenta en la comprensión de las dinámicas y del funcionamiento de los ecosistemas. A partir de lo anterior, la educación ambiental no debe limitarse a la transmisión de contenidos ecológicos, siendo un proceso formativo que implica comprender la interdependencia entre los sistemas ecológicos, sociales, culturales y económicos. Por lo tanto, la educación ambiental promueve la apropiación social del territorio, desde la construcción de procesos de identidad, pertinencia y corresponsabilidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Ministerio de Educación Nacional, 2026b).

De manera amplia, la educación ambiental se constituye en una práctica social crítica, orientada a transformar la cultura y, por consiguiente, las interacciones que las personas establecen consigo mismas, con los otros, con la sociedad y el mundo. En este sentido, contribuye al ejercicio de la ciudadanía, a través de estrategias para la construcción de valores dirigidos al respeto y cuidado de la vida, al reconocimiento de la multidimensionalidad, la integralidad y diversidad del ser humano y de las comunidades.

La PNEA define un marco estratégico y una batería de indicadores orientada al fortalecimiento de capacidades técnicas y ciudadanas alrededor de la Educación Ambiental, el reconocimiento de actores históricamente excluidos y una ampliación de su diversidad desde las acciones de educación ambiental que se realizan desde sus prácticas culturales, sociales, educativas, etc. Eso con el objetivo de ampliar redes académicas, comunidades, sectores productivos y actores institucionales, que permitan potenciar el reconocimiento y la construcción social de los diversos sistemas de conocimiento.

Finalmente, la PNEA apuesta en el impulso de la integración del cambio climático en la educación formal y en la sociedad, a la vez que propende por una ciudadanía informada que aporte desde sus conocimientos populares y relación con sus territorios para una gobernanza más sólida del cambio climático.

En relación con lo anterior, se reconoce la importancia de abordar los procesos de educación en cambio climático desde un enfoque territorial, entendiendo que los impactos del cambio climático y las respuestas de adaptación y mitigación son diferenciadas según las características ecosistémicas, culturales y socioeconómicas de cada contexto. Este enfoque ha permitido el fortalecimiento de procesos pedagógicos situados que vinculan el conocimiento científico con los saberes locales, promoviendo soluciones contextualizadas lideradas por las comunidades educativas, como ha ocurrido en procesos desarrollados por organizaciones de la sociedad civil como Fondo Acción y sus aliados (Fondo Acción, 2024).

6.2.1.3.2. Programas nacionales para el fortalecimiento de la educación ambiental, incluyendo el cambio climático:

Para el fortalecimiento de la educación ambiental, que enmarca el cambio climático, durante el periodo 2020 a 2025 se desarrollaron dos programas macro a nivel nacional: 1. La Escuela Nacional de Formación Ambiental – SAVIA, de 2019 a 2022; y 2. Programa Nacional de Educación Ambiental, de 2022 a 2026. A continuación, se desarrollan ambos programas:

1. Escuela Nacional de Formación Ambiental – SAVIA

La Escuela Nacional de Formación Ambiental – SAVIA, liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, promovió la transformación social a partir de experiencias formativas ambientales para la protección del territorio, fortaleciendo los procesos de educación ambiental en el marco de la PNEA. Este ecosistema impulsó estrategias para la promoción de la cultura ambiental, la apropiación del conocimiento ambiental, incluyendo el cambio climático.

En 2021 desarrolló el primer laboratorio de ideas para fortalecer la cultura ambiental de las regiones, con enfoque interseccional, bajo los cuales se definieron tres líneas estratégicas, temáticas y metodológicas para impulsar el desarrollo sostenible de acuerdo con las condiciones territoriales: Ciudadanos; Crea y Transforma; y Terra. Como parte de estas líneas estratégicas se incluyeron procesos de educación, formación y sensibilización, a continuación, se destacan aquellos relacionados con educación:

- *Innovación para la conservación y la prevención de los conflictos socioambientales (Línea Crea y Transforma):* Esta línea se centró en la cartografía de actores claves. Más allá de un registro, este proceso permitió identificar cualitativamente a los agentes sociales, institucionales y ONG que lideran la educación ambiental. Desde la gestión social, esto es fundamental para la prevención de conflictos socioambientales, ya que permite reconocer el capital social existente y articular redes de participación ciudadana más robustas.

- *Diagnóstico y Fortalecimiento Territorial (Línea Terra):* El enfoque cualitativo aquí radica en la evaluación diagnóstica de las herramientas pedagógicas locales. Mediante el análisis de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) y los Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental (PROCEDA), SAVIA logró una comprensión profunda de cómo se está gestionando la sostenibilidad desde los entornos particulares. Valoración desde la Gestión Social en Educación.

El valor diferencial de SAVIA residió en su metodología de co-creación. Al promover el levantamiento y actualización de actores junto con el diagnóstico de instrumentos educativos, esta escuela no solo impartió formación, sino que fortaleció la gobernanza ambiental.

Este enfoque garantiza que la educación ambiental no sea un proceso estandarizado, sino una construcción colectiva que empodera a los ciudadanos para proteger su territorio basándose en el reconocimiento de sus propios roles y el estado de sus proyectos educativos regionales.

2. Programa Nacional de Educación Ambiental

El Programa Nacional de Educación Ambiental para la Vida busca fortalecer las competencias ciudadanas para el cuidado de todas las formas de vida, generar conocimiento y reconocer el saber de los pueblos, con el propósito de contribuir a territorios sostenibles y en armonía con la naturaleza., en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”.

Su alcance estratégico se dirige a fortalecer la educación ambiental, propiciar los espacios de concertación, planeación, ejecución y evaluación -intersectorial e interinstitucional-, de las acciones de educación ambiental que se generen desde el Sistema Nacional Ambiental - SINA, del cual forman parte, tanto las entidades del Estado responsables de la política y de la acción ambiental, como las organizaciones comunitarias y no gubernamentales relacionadas con la problemática ambiental y aquellas entidades públicas, privadas o mixtas que realizan actividades de producción de información, investigación científica y desarrollo tecnológico en el campo ambiental, de los diferentes niveles (Ley 99 de 1993), con el objetivo de avanzar en las transformaciones planteadas por el PND. El Programa Nacional de Educación Ambiental, es un marco de propuesta pertinente hacia la acción articulada y concertada, para la gobernanza y la justicia ambiental, con participación vinculante de la población de los diferentes territorios del país, en la vía de una cultura ética y responsable en el manejo sostenible del ambiente en Colombia.

El objetivo del programa es lograr una transformación cultural para la vida, a través de una Educación Ambiental dirigida a replantear nuestra relación con la Naturaleza para cambiar nuestras formas de vivir, producir y actuar, en el plano político y cotidiano, contribuyendo a la consolidación de la gobernanza ambiental, la acción climática y el ordenamiento alrededor del agua.

Los avances en cada una de las ecorregiones priorizadas, así como el detalle de las acciones realizadas en cumplimiento de este programa desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las estrategias de formación para el fortalecimiento de la participación ciudadana, la promoción de la gobernanza ambiental y el fomento de la justicia ambiental del país se podrán consultar en los siguientes enlaces:

- *2023 -2: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/07/INFORME-DE-SEGUIMIENTO-A-POLITICAS-PUBLICAS-AMBIENTALES-2023-II-VF-REV.pdf*
- *2024: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/06/INFORME-DE-SEGUIMIENTO-A-POLITICAS-PUBLICAS-AMBIENTALES-2024-V2.pdf*
- *2025: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2026/03/1_INFORME_SEGUIMIENTO_PPA_2025.pdf*

6.2.1.3.3. Implementación de la dimensión ambiental en la educación formal, incluyendo el cambio climático:

La educación ambiental se viene incorporando en el sistema educativo, concretamente en la educación preescolar, básica y media, a través del Proyecto Ambiental Escolar (en adelante, PRAE), como un eje transversal; no como asignatura, cátedra o temáticas puntuales y aisladas y en el marco de la formación integral, fin esencial de la educación, según lo establecido en la Ley 115 de 1994. El espíritu del PRAE es desarrollar procesos que posibiliten la comprensión de las problemáticas ambientales propias de los diversos contextos del país, desde una visión sistémica, multidimensional y compleja, con miras a contribuir a la formación de ciudadanos y ciudadanas, capaces de interrogar las causas estructurales de la crisis ambiental -incluido el cambio climático-, que se reconozcan como parte de un colectivo, con derechos y deberes, cuyas actitudes, prácticas, patrones de consumo, valores y estilos de vida estén orientados por el respeto, la solidaridad, la autonomía y la responsabilidad; así como por el cuidado y protección del patrimonio natural, de la biodiversidad y los ecosistemas, para la transformación de las realidades de los territorios que habitan, desde acciones cotidianas individuales y colectivas, de manera que sean parte de las soluciones de las problemáticas ambientales que los aquejan.

Como parte del Proyecto Educativo Institucional (en adelante, PEI), y, por consiguiente, de los procesos curriculares de la Institución Educativa, el PRAE se construye desde la experiencia, la interculturalidad presente en los establecimientos educativos y las necesidades de sus comunidades, a partir de la lectura de contexto, de las problemáticas, situaciones, conflictos y potencialidades ambientales de los territorios.

Desde la priorización de problemáticas ambientales, a partir de la lectura de las realidades de los territorios, tanto los PRAE como otras iniciativas de educación ambiental implementadas en los contextos escolares aportan al desarrollo de capacidades y apropiación del conocimiento relacionados con la conservación de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y su papel en la reducción de los riesgo e impactos del cambio climático, promoviendo la resiliencia y la adaptación basada en ecosistemas de las personas y sus comunidades.

A continuación, se describen los procesos relacionados con este elemento, en diferentes entidades a nivel sectorial:

Ministerio de Educación Nacional

El Ministerio de Educación Nacional desarrolla la implementación de la educación ambiental en la educación formal, en el marco de la PNEA, a partir de

la identificación contextualizada de dinámicas socioambientales, incluyendo el cambio climático. Como parte de esto, se fortalecen los PRAE.

Los PRAE representan una oportunidad estratégica para integrar la acción climática en la vida escolar, permitiendo que los procesos educativos trasciendan el aula y se conecten con asuntos reales del territorio. Su fortalecimiento, desde enfoques participativos e interdisciplinarios, favorece la generación de acciones climáticas concretas lideradas por las propias comunidades educativas. Los PRAE contribuyen al desarrollo de competencias fundamentales para la acción climática, como el pensamiento crítico, la capacidad de análisis, la empatía hacia otros seres vivos, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones informadas. A través de estas competencias, se fortalece el rol de las y los estudiantes como agentes de cambio de sus territorios.

Asimismo, los PRAE promueven el desarrollo de experiencias pedagógicas que trascienden el aula, desde el aprendizaje activo a través del contacto directo con el entorno. La exploración del territorio, el trabajo de campo y el diálogo con las comunidades permiten comprender de manera más significativa los efectos del cambio climático y construir respuestas contextualizadas.

A partir del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, se proyectó una educación humanista, incluyente, antirracista e intercultural. En este sentido, el PND estableció una estrategia de formación integral, orientada a la resignificación de la jornada escolar y los currículos para la justicia social. La estrategia de formación integral se consolidó como política de Estado a través del CONPES 4188 de 2026, que proyecta su implementación hasta 2036.

Como parte de la estrategia de formación integral, se han realizado importantes desarrollos que permiten el fortalecimiento de la educación en cambio climático en la educación preescolar, básica y media, incluyendo: la adopción de los Lineamientos Curriculares para la Formación Integral, la educación CRESE (ciudadana, para la reconciliación, socioemocional, antirracista y para la acción climática), los Centros de Interés y el Programa de Tutorías para el Aprendizaje y la Formación Integral – PTA FI 3.0. A continuación se explican estos desarrollos e impactos de la política de formación integral, en relación con la educación ambiental y en cambio climático.

En 2026, el MEN adoptó los “Lineamientos Curriculares para la Formación Integral en Educación Inicial, Básica y Media. Un viaje curricular: rutas para la transformación del ser y el saber”(Ministerio de Educación Nacional, 2026). El documento establece un marco conceptual, pedagógico y político que redefine la educación inicial, básica y media en el país, desde la perspectiva de la formación integral, con la dimensión ambiental como uno de sus núcleos.

En el marco de los desafíos contemporáneos (sociales, ambientales, tecnológicos y culturales), los lineamientos promueven una educación para el pleno desarrollo del ser, la equidad de oportunidades, el reconocimiento de saberes ancestrales y científicos, la diversidad y la formación de sujetos capaces de transformar su entorno. Los lineamientos son el resultado de un proceso de construcción colectiva con la participación de más de 4.000 voces de actores del sistema educativo, incluyendo docentes, directivos, estudiantes, familias, comunidades étnicas, entidades territoriales y organizaciones académicas.

De acuerdo con lo establecido en los lineamientos, la formación integral implica reconocer al estudiante como sujeto activo de derechos y promover el aprendizaje en relación consigo mismo, con los otros, con el entorno, con el mundo y con las tecnologías. Los lineamientos determinan la integración curricular como un principio, a partir de un proceso dinámico de diálogo entre diversas áreas del conocimiento. Con esto se busca superar una organización curricular fragmentada, fomentar el trabajo colaborativo entre docentes y la construcción de proyectos educativos integradores.

Se identifican nueve dimensiones del ser que estructuran la formación integral: ambiental; ciudadana y política; cognitiva; comunicativa y creativa; corporal; cultural; ética; histórica y de memoria histórica; socioemocional. Estas dimensiones son interdependientes y configuran un enfoque holístico del desarrollo humano.

En el caso de la dimensión ambiental, se plantea la necesidad de formar sujetos conscientes de su relación con la biodiversidad y comprometidos/as con la construcción de un futuro ambientalmente sostenible. En particular, se hace énfasis en que el abordaje de la sostenibilidad y lo ambiental en la educación implica promover una comprensión sistémica de la vida, que supere la mirada antropocéntrica. En este sentido, la educación ambiental contribuye a la apropiación social del territorio, favoreciendo los procesos de identidad, pertenencia y corresponsabilidad con el entorno.

Los lineamientos curriculares para la formación integral son los principales referentes para la transformación de las escuelas en espacios de construcción social, participación, equidad y justicia. A partir de su adopción a principios de 2026, el Ministerio de Educación inició un proceso de apropiación social por parte de diversos actores del sistema educativo, con el propósito de llevarlos a la materialidad en los procesos de enseñanza, evaluación y formación docente en el país.

Para la implementación de la formación integral, el Ministerio de Educación dispone del Programa de Tutorías para el Aprendizaje y la Formación Integral —PTAFI 3.0—, que es una estrategia de acompañamiento pedagógico situado que busca garantizar el derecho a una educación integral, pertinente y de calidad

para las niñas, niños, adolescentes y jóvenes de Colombia (Ministerio de Educación Nacional, 2023). El PTA FI 3.0 es el dispositivo pedagógico y el mecanismo operativo de la política de formación integral.

A través del PTA FI 3.0, se ha implementado la educación CRESE (para la ciudadanía, la reconciliación, antirracista, socioemocional y para la acción climática) en establecimientos educativos oficiales del país. La educación CRESE se convierte en la base de una ciudadanía activa, reflexiva que busca transformar los imaginarios sociales y las condiciones del territorio, promueve la cultura de paz y una ética del cuidado.

En el marco del PTA FI 3.0, más de 6.100 docentes tutores han desarrollado una ruta pedagógica para la formación integral en 5.300 establecimientos educativos oficiales del país focalizados por el programa. Esta ruta pedagógica tiene como un elemento transversal y fundamental la educación CRESE, para lo cual cerca de 4.600 docentes se han formado en un Diploma que incluye un módulo en educación en educación ambiental para la climática.

Como parte de la estrategia de formación integral y de la ruta pedagógica del PTA FI 3.0, se ha promovido el desarrollo de Centros de Interés, una herramienta pedagógica que, desde la exploración, la investigación y la curiosidad, impulsan una integración natural del conocimiento alrededor de los intereses y necesidades identificadas con las niñas, niños, adolescentes y jóvenes. Los Centros de Interés pueden desarrollarse directamente por los establecimientos educativos con sus propias capacidades y gestión, en una oferta sectorial del MEN y a través de alianzas con entidades nacionales o territoriales.

En el periodo de 2022 – 2025, cerca de 2.200.000 estudiantes se beneficiaron de la estrategia de formación integral, de la implementación de educación CRESE y de los Centros de Interés. Más de 1.600 establecimientos educativos se han enfocado específicamente en educación CRESE, además de tenerla como un elemento transversal. Adicionalmente, más de 900 establecimientos educativos implementaron directamente Centros de Interés enfocados en educación ambiental y cambio climático, reflejando el amplio interés y motivación por parte de las y los estudiantes, docentes y comunidades educativas en general.

Asimismo, el Ministerio de Educación cuenta con el Portal Colombia Aprende (https://contenidos.ia.colombiaaprende.edu.co/), que es un punto de acceso y encuentro virtual de la comunidad educativa colombiana, a través de la oferta y el fomento del uso de contenidos y servicios de calidad. Este portal es usado por docentes, directivos, estudiantes y familias, organizaciones y entidades para publicar, compartir, consultar y desarrollar materiales con fines pedagógicos. El portal y el material publicado es de uso gratuito y libre, por lo cual, es consultado de forma masiva y continua especialmente por docentes del país.

En la actualidad, en este portal se encuentran recursos pedagógicos para la enseñanza del cambio climático que incluyen guías didácticas, cuentos y narraciones, recursos audiovisuales, audiolibros, canciones, entre otras:

Tabla 6-3. Listado de material disponible en el Portal Colombia Aprende

Título del material disponible en el Portal Colombia Aprende
Enfoque educativo STEM+ para trabajar el cambio climático en la escuela
Perfilados. Inspirar haciendo ciencia: Richard Dawkins -cambio climático.
Aprende soluciones al cambio climático con ClimateScience
Me llamo TIERRA: Hablemos de cambio climático y sostenibilidad con TIERRA
Señal memoria: Contexto político – Capítulo Cambio Climático parte 1 y 2
Entendiendo el cambio climático
MI Señal Colombia Kikirikí - Capítulo Cambio climático
¿Cómo se adaptan las ciudades al cambio climático actualmente?
De la mano del campo – capítulos Cambio Climático 1, 2 y 3
Encuentro con el agro
Los Pepa
Científico por un Día: Pintura para Descontaminar el Aire
Cursos interactivos en inglés asociados al cambio climático
Misión Ciencia: Antártica
Cuentazos con Efectazos – Capítulo 0: El encenillo viajero
Descubre la lección más grande del mundo
Libro para infancia en inglés
Fórmulas de Cambio: Cultivando Abejas
Cursos interactivos en español
Manos amigas: Haciendo frente al cambio climático

Fuente: Elaboración propia con base en el Portal Colombia aprende

Por su parte, los Lineamientos de Política de Gestión Integral del Riesgo Escolar y Educación en Emergencia (en adelante, GIRE) son una respuesta del sistema educativo colombiano frente a las múltiples amenazas presentes en el territorio que inciden directamente en la escuela poniendo en riesgo la vida e integridad de las comunidades educativas y la garantía del derecho a la educación de los niños, niñas, adolescentes y jóvenes (Ministerio de Educación Nacional, 2025). Así mismo, para salvaguardar la vida e integridad de las comunidades educativas, mediante la gestión integral de los riesgos escolares asociados al cambio climático, fenómenos de origen natural, antrópico y las amenazas derivadas de la violencia de actores armados organizados.

El propósito de los lineamientos de política GIRE es servir como derrotero para el desarrollo de acciones tanto al interior del sistema educativo, como en

articulación con los demás sectores y con la cooperación internacional, para fortalecer las capacidades de las Entidades Territoriales Certificadas en Educación y de las comunidades educativas de tal manera que permita garantizar entornos protegidos y protectores para que los niños, niñas, adolescentes, jóvenes, docentes, directivos docentes y comunidad educativa en general, puedan ejercer su derecho a una educación de calidad (Ministerio de Educación Nacional, 2025). Estos lineamientos de política orientan sobre las condiciones necesarias para la implementación de la política pública, entre ellos, la planificación educativa adaptativa al riesgo climático.

Igualmente, el Ministerio de Educación Nacional realizó la caracterización de la implementación de la PNEA por parte de las Instituciones de Educación Superior en Colombia. Para ello, el MEN llevó a cabo la Encuesta de Identificación de Acciones de Educación Ambiental en las Instituciones de Educación Superior (IES), aplicada entre el 14 de junio y el 15 de julio de 2023. En total, participaron 218 de las 304 IES reconocidas en Colombia, con representación de 27 departamentos del país. A continuación, se presenta de manera global los resultados más significativos obtenidos de la aplicación de este instrumento:

Tabla 6-4. Resultados significativos encuesta IES

Sección	Análisis
Identificación	En términos de distribución departamental, se identificaron 82 respuestas de Bogotá (37.61%), 34 de Antioquia (15.60%), 16 del Valle del Cauca (7.34%), 12 de Atlántico (5.5%), y 12 de Santander (5.5%), lo que suma el 71.56% del total de respuestas. Además, se recibieron 62 respuestas adicionales (28.4%), que representan a los departamentos de: Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Sucre y Tolima. Al considerar la ubicación geográfica de las Instituciones de Educación Superior a nivel nacional y la capacidad potencial de respuesta, el estudio abarca al 81% del sistema educativo del país.
Conocimiento documentos de política pública en cambio climático	Conocimiento Política Nacional de Educación Ambiental y Ley 1549 de 2012 El 91.28% de las Instituciones de Educación Superior (IES) afirma tener conocimiento tanto la Política Nacional de Educación Ambiental como la Ley 1549 de 2012. En particular, los departamentos de Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca han demostrado un mayor nivel de conocimiento, con un 33%, 15.6% y 7.3% respectivamente. Asimismo, se observa un notable interés en los departamentos de Atlántico y Santander, ambos con un 5.5%, hacia estos documentos orientadores y normativos de política pública.
Acciones en atención a la PNEA de las IES frente a sus proyectos educativos universitarios (PEU-PEI), el plan de desarrollo o documento de condiciones institucionales	El 80.3% de las IES incluyen acciones alineadas con esta política en sus proyectos educativos, resaltando los avances evidenciados en Bogotá (28.4%), Antioquia (13.3%), Valle del Cauca (6.9%), Atlántico (5%) y Santander (4.6%).
Registros calificados vigentes encaminados a la atención de la PNEA	El 51.38% de las IES afirmaron disponer de registros calificados. En términos regionales, Bogotá (16.5%), Antioquia (7.8%), Atlántico (4.1%), Valle del Cauca (4.1%), Santander (2.8%) y Bolívar (2.3%) son los departamentos que cuentan con la mayor cantidad de registros

Sección	Análisis
	calificados relacionados con esta política. Respecto a la modalidad de enseñanza, se evidencia que la oferta académica se da principalmente de forma presencial (82%), seguida por la modalidad virtual (11%) y a distancia (7%), tanto para programas de pregrado (59%) como para posgrado (41%). Los programas que cuentan con mayor número de registros calificados son Ingeniería Ambiental (16%), seguida de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, (4.5%), Biología (4.1%). Adicionalmente, algunas IES incluyeron el programa de Administración de Empresas en su oferta, en línea con la PNEA (2.2%).
Cursos o cátedras electivas encaminadas a la atención de la PNEA	El 75.2% de las IES ofrece este tipo de cursos. Los departamentos de Bogotá (25.7%), Antioquia (12.4%), Valle del Cauca (6.4%) y Atlántico (5.0%) lideran en cantidad.
Programas para el trabajo y desarrollo humano encaminados a la atención de la PNEA, por parte de las Instituciones de Educación Superior	El 11% de las IES ofrecen este tipo de programas. Entre los departamentos destacados en la oferta de programas para el trabajo y desarrollo humano relacionados con esta política se encuentran Bogotá (3.7%), Antioquia (2.3%) y Valle del Cauca (1.4%). Las prácticas de educación continua como los cursos (77.2%), diplomados (67.5%), talleres (42.1%), otros (27.2%) y cursos masivos abierto en línea MOOC (15.8%) son las modalidades más frecuentemente son ofertadas por las IES en este ámbito.
Acciones de formación docente encaminados a la atención de la PNEA	El 47.71% de las Instituciones de Educación Superior (IES) lleva a cabo programas de capacitación para la educación ambiental. Este esfuerzo es más notable en áreas como Bogotá (18.3%), Antioquia (9.6%), Valle del Cauca (3.2%), Santander (2.8%) y Atlántico (2.3%).
Procesos de formación o asesoría al sector público o privado en línea con la PNEA, por parte de las Instituciones de Educación Superior	El 53.7% de las Instituciones de Educación Superior (IES) indicaron estar involucradas en tales actividades. La mayoría de estas IES que participan en programas de asesoría se encuentran en regiones como Bogotá D.C. (13.8%), Antioquia (7.3%), Valle del Cauca (4.12%), Atlántico (3.7%) y Santander (3.2%).
Banco de recursos o material didáctico que comunique, explique o dinamice saberes y experiencias en línea con la Política de Educación Ambiental, por parte de las Instituciones de Educación Superior (IES)	El 54.6% de las Instituciones de Educación Superior (IES) afirmaron tener avances en este aspecto. Se destaca que este material se desarrolla principalmente en Bogotá (19.3%), Antioquia (9.6%), Valle del Cauca (5%) y Atlántico (3.7%). En cuanto a los recursos utilizados por las IES para transmitir conocimientos en educación ambiental, se destacan infografías (52.1%), vídeos (46.2%), cartillas (46.2%), proyectos para socializar (46.2%), cursos virtuales (36.1%), objeto virtual de aprendizaje (32.8%), podcast (25.2%), objeto virtual de información (17.6%), proyectos onda (15.1%), programas de televisión y miniseries (6.7%).
Acciones de proyección social que promueven la Política Nacional de Educación Ambiental en el país	El 74.3% de las IES han implementado programas y actividades internas y externas para promover la Política Nacional de Educación Ambiental en el país. Estas acciones se concentran principalmente en regiones como Bogotá (25.2%), Antioquia (12.4%), Valle del Cauca (6%), y Atlántico (4.6%). Las acciones más comunes para promover la Política Nacional de Educación Ambiental incluyen jornadas internas de sensibilización sobre el ambiente (92.6%), eventos de sostenibilidad o gestión ambiental (78.4%), y jornadas externas de sensibilización (75.9%).
Acciones que promuevan la PNEA a nivel municipal, departamental o nacional, por parte de las Instituciones de Educación Superior (IES)	El 53.7% de las Instituciones de Educación Superior (IES) han llevado a cabo iniciativas específicas al respecto. Esta distribución se evidencia particularmente en regiones como Bogotá (17%), Antioquia (8.7%), Valle del Cauca (4.6%) y Santander (3.2%). Algunas de las acciones o iniciativas son Proyectos y Trabajos de Investigación en un (2%), las Campañas de Sensibilización y Educación Ambiental en un (2%), la Formación y Capacitación en un (2%), las Acciones Locales y Reciclaje en (2%), las Iniciativas en Ciudades Específicas un (2%), la Participación en Redes y Consejos Ambientales un (2%), los Eventos y Actividades Específicas un

Sección	Análisis
	(2%), los Proyectos de Investigación y Desarrollo un (2%) y por último un (2%) en las Acciones en Municipios y Articulaciones.
Convenios, alianzas o proyectos con entidades o comités locales en articulación con la PNEA, departamental o nacional, por parte de las Instituciones de Educación Superior (IES)	El 60.6% de las Instituciones de Educación Superior (IES) han avanzado en este tipo de colaboraciones interinstitucionales. Esta participación es más notable en Bogotá (17.4%), Antioquia (9.6%), Valle del Cauca (5.5%), Atlántico (4.1%) y Bolívar (2.8%). Estas alianzas se centran principalmente en las Secretarías Distritales del Ambiente (44.7%), seguidas por las Instituciones Educativas de Preescolar, Básica y Media (43.9%), el Sector Productivo (43.2%), los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEAS) (36.4%), Departamentos Técnicos del Medio Ambiente (19.7%), Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) (19.7%), la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres (15.9%) y las Corporaciones Autónomas Regionales (14.4%).
Redes de Instituciones de Educación Superior con interés en el desarrollo de acciones propuestas por la PNEA, departamental o nacional, por parte de las IES	El 45.4% de las IES encuestadas forma parte de una red de IES que promueve la educación ambiental en el país, principalmente en Bogotá (17%), Antioquia (9.6%), Valle del Cauca (5%), Atlántico (1.8%), Caldas (1.8%) y Santander (1.4%). Cabe resaltar que 99 IES participan en redes que promueven la educación ambiental en el país. Específicamente, están participando en la Red Ambiental de Universidades Sostenibles (13.1%), la Red Colombiana de Formación Ambiental (10.1%), la Red Universitaria de Campus Sostenibles (10.1%), los Comités Interinstitucionales de Educación Ambiental (7.1%) y la Red de Directores y Decanos de Ingeniería Ambiental, Sanitaria y Afines (7.1%).
Diálogos interculturales de las instituciones de educación superior (IES) con representantes de pueblos indígenas, comunidades negras, afrocolombianas, raizales, palenqueras o con el pueblo Rrom para conocer prácticas ambientales ancestrales, tradicionales o propias	El 26.6% de las IES participa en estrategias interculturales de educación ambiental. Esta participación es representativa en Bogotá (10.1%), Valle del Cauca (3.7%), Antioquia (2.3%), y Atlántico (1.4%). Las comunidades con las que se han llevado estos diálogos se destacan Comunidades Indígenas (28%), Raizales (22%), Campesinas (22%), Afrodescendientes (21%), y por último Etnias indígenas del Amazonas (7%).

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Ministerio de Educación Nacional & Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia., 2025)

Otro avance relevante impulsado desde el Ministerio de Educación Nacional fue la reforma al Sistema de Aseguramiento de la Calidad (SAC), para integrar la sostenibilidad como un criterio para la operación y acreditación de programas e Instituciones de Educación Superior. El primer gran paso en esta reingeniería normativa fue la expedición del Decreto 1330 de 2019, que transformó el proceso de Registro Calificado anteriormente centrado en la verificación de capacidades; el nuevo decreto, giró hacia la evaluación de resultados y su impacto en el contexto, redefiniendo el concepto mismo de calidad en la educación superior, estableciendo que esta se compone de atributos que responden a demandas sociales, culturales y explícitamente ambientales, exigiendo que la gestión de recursos físicos y tecnológicos se alinee con políticas de sostenibilidad, lo que obliga a las IES a demostrar que su infraestructura y operación no solo son eficientes financieramente, sino responsables ambientalmente. Por otra parte, con el Decreto 529 de 2024 se introdujeron cambios estructurales en el registro calificado que favorecen directamente el Desarrollo Ambientalmente Sostenible a través de la flexibilidad y el enfoque territorial, al desarrollar el concepto de

"lugar de desarrollo" y permitir que un mismo registro calificado ampare la oferta en diversos municipios y áreas no municipalizadas (incluyendo territorios indígenas y de comunidades negras), llegando a zonas de alta biodiversidad sin la necesidad de abrir sedes físicas tradicionales, fomentando una sostenibilidad situada en la que la formación académica puede interactuar directamente con múltiples agentes de los ecosistemas locales en los que se inscribe la oferta educativa. Además, al simplificar la etapa de pre- radicación y promover modalidades virtuales e híbridas, el decreto contribuye a la sostenibilidad operativa y ambiental del sistema, reduciendo la huella de carbono asociada a la movilidad estudiantil y a la construcción de infraestructura innecesaria, reafirmando que el sistema se rige por principios de equidad, diversidad y sostenibilidad.

Instituto Alexander von Humboldt y la Secretaría de Educación Distrital de Bogotá

El Instituto y la Secretaría desarrollaron en 2025 una estrategia dirigida a 130 establecimientos educativos de la ciudad. El objetivo fue fortalecer los PRAE a partir del enfoque educativo STEM. La estrategia buscaba transformar la visión fragmentada de los problemas ambientales hacia una comprensión integral y territorial que articulara biodiversidad, cambio climático, sistema hídrico, consumo responsable, bienestar y protección animal, dentro de un marco curricular contemporáneo. Asimismo, la estrategia fortaleció el papel de las instituciones educativas como actores fundamentales del territorio, las prácticas pedagógicas y la capacidad de docentes desde un enfoque STEM que promoviera la indagación, la experimentación y el desarrollo de proyectos contextualizados a problemáticas reales.

Instituto Sinchi y Pontificia Universidad Javeriana

El Instituto y la Universidad Javeriana desarrollaron el Diplomado en Extensionismo Forestal para el Manejo Sostenible del Bosque en la Amazonia (**https://sinchi.org.co/san-jose-del-guaviare-es-escenario-de-la-semana-de-apropiacion-del-conocimiento-del-diplomado-en-extensionismo-forestal-para-el-manejo-sostenible-del-bosque-en-la-amazonia-colombiana**). Este proceso de formación tuvo como meta la consolidación de 330 extensionistas forestales con arraigo territorial.

Fondo Acción

El programa América Latina por la Educación Climática - ALEC, liderado por la Office for Climate Education, inició en 2020 en México y Colombia, con varios socios locales como Fondo Acción, la Universidad del Rosario y la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

(https://www.oce.global/es/proyectos/alec/). El programa ALEC promueve la educación en cambio climático como una estrategia para la resiliencia y la adaptación en la región, partiendo de que el 95 % de los docentes considera importante enseñar sobre el cambio climático, sin embargo, menos del 30 % se siente preparado para hacerlo. Por esta razón, el programa se concentra en equipar docentes con capacidades y herramientas pedagógicas, empoderar a las generaciones de jóvenes para la acción y las soluciones, así como integrar el cambio climático como un componente central en los programas educativos.

El programa ALEC resalta la necesidad de que la educación en cambio climático se desarrolle de manera articulada entre distintos actores locales, nacionales e internacionales públicos, privados y de la sociedad civil. A través del programa, se promovió tener como centro la formación docente y el desarrollo y divulgación de insumos pedagógicos que faciliten la comprensión del fenómeno global por parte de los adultos, los niños, niñas y adolescentes, los impactos territoriales, la aplicación dentro y fuera del aula, y la participación infaltil y adolescente en la gobernanza local, en los entornos educativos y la incidencia en políticas públicas (https://fondoaccion.org/2024/09/13/alec-fa/).

6.2.1.3.4. Implementación de la dimensión ambiental en la educación informal, incluyendo el cambio climático.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

En el 2025, el Ministerio implementó una estrategia de fortalecimiento de la educación ambiental con enfoque étnico, de género, diferencial, que se concretó en la estructuración de escuelas de educación ambiental territoriales de las comunidades:

- Escuela Ambiental Itinerante Recuperadores de la Madre Tierra: de los pueblos Misak, Nasa, Pijao y Muisca en el departamento del Tolima. La escuela fortaleció los conocimientos en educación ambiental con enfoque propio, intercultural y territorial, incluyendo procesos de formación a formadores de la Guardia Indígena como multiplicadores de los aprendizajes en las comunidades, involucrando procesos comunitarios de cuidado y defensa territorial.

- Escuela Ambiental Mhuysqa: a través del espacio propio de formación, reflexión y acción comunitaria, se estructuró la propuesta pedagógica de la Escuela, el fortalecimiento de la autoridad ambiental propia y la estrategia de educación ambiental coherente con los sistemas de conocimiento del pueblo Mhuysqa. En el proceso se afirmó el territorio ancestral como eje de la educación ambiental propia.

- Proceso con el pueblo Raizal: proceso desarrollado desde la identidad y la memoria del pueblo Raizal, como recurso político para defender el territorio – maritorio como eje de la vida. El proceso reconoce el mar como un ser vivo que sostiene la vida, cultura y espiritualidad del pueblo Raizal, así como la tierra una herencia ancestral para ser cuidada, señalando la necesidad de una formación sobre normativa y gobernanza, lengua y cultura, liderazgo, cartografía y evaluación ambiental.

- En la divulgación del Plan de Acción de Mujer y Ambiente con las comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, se incluyó la educación y sensibilización ambiental con enfoque de género, con el propósito de promover procesos formativos para transformar desigualdades socioambientales y el empoderamiento de mujeres y comunidades.

A nivel territorial, las entidades que conforman el SINA son las encargadas de la territorialización de las estrategias de educación ambiental. Desde las Corporaciones y Autoridades Ambientales Urbanas se promueve y orienta la inclusión de temáticas asociadas al cambio climático a través de los PRAES y los PROCEDAS, así como la participación de diversos grupos poblacionales, incluyendo mujeres, jóvenes, niños y niñas, comunidades indígenas, afro, rurales, entre otros. Todo esto en articulación con el Ministerio de Educación, entidades territoriales, las secretarías de educación y ambiente a nivel local, así como organizaciones sociales y comunitarias del territorio.

Desde estas entidades también se brinda acompañamiento técnico y apoyo en la formulación y consolidación de los Planes de Educación Ambiental Municipales (PEAM), contribuyendo al fortalecimiento de la planificación y gestión ambiental a nivel local.

Las entidades del SINA promueven los PROCEDA, desarrollados en articulación con organizaciones no gubernamentales, comunitarias, sociales, entre otras. Estos procesos se orientan a las iniciativas comunitarias que buscan dar solución a problemáticas ambientales locales, tales como la gestión inadecuada de residuos sólidos y su incidencia en el cambio climático, fortaleciendo capacidades en comunidades urbanas y rurales.

En algunas de las entidades, los procesos formativos abordan la adaptación al cambio climático y gestión sostenible del territorio, integrando el enfoque de género e interseccionalidad para reconocer cómo las problemáticas ambientales y climáticas impactan de manera diferenciada a mujeres, jóvenes, pueblos étnicos y otros grupos sociales. En términos metodológicos, se emplean estrategias participativas basadas en el intercambio de saberes, el diálogo de experiencias territoriales y el uso de herramientas pedagógicas accesibles, que favorecen la participación activa de los distintos actores.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM

El Encuentro Nacional de Indígenas, liderado por la Organización Nacional de Indígenas de Colombia (ONIC) y que contó con la participación de lideres de los 115 pueblos indígenas en Colombia, así como con la participación del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) como actor institucional, fue el escenario que permitió la articulación de los saberes ancestrales de estas comunidades con la ciencia técnica alrededor de los procesos de monitoreo ambiental, o en términos propios de los pueblos indígenas el "guardianaje" o "caminar el territorio".

Lo anterior, reconociendo la importancia de estos procesos de observación del territorio para comprender las dinámicas ambientales y los cambios surgidos a lo largo del tiempo en los territorios ocupados por estas comunidades, como consecuencia de procesos que han generado presión sus territorios como el desarrollo de proyectos extractivistas, la presencia de cultivos ilícitos, el cambio en el uso vocacional de sus territorios y demás situaciones que han conllevado adicionalmente a impactos frente a las fuentes hídricas, la flora, la fauna y demás elementos naturales de estos territorios ancestrales. De igual forma, procesos asociados a la deforestación han causado modificaciones en el paisaje y de forma consecuente en las dinámicas del clima.

Frente a esa situación el Fondo Mundial Para la Vida (WWF, por sus siglas en inglés) indicó que la conservación del 80% de la biodiversidad del planeta y los bosques, que a su vez proveen un 1/3 de la solución al cambio climático se ha generado gracias a las prácticas ancestrales desarrolladas por los pueblos indígenas, como una respuesta frente al resguardo de los bosques (World Wildlife Fund (WWF Colombia), 2024). En ese sentido y con el propósito de combinar el sistema de conocimiento propio de los pueblos originarios con el sistema de conocimiento técnico institucional y dar apertura a mecanismos para generar los intercambios necesarios en el fortalecimiento de estos sistemas de conocimiento, fue necesaria la construcción de una estrategia que permita mantener la gestión y protección del territorio a la vez que se mantienen las prácticas asociadas a la cosmovisión de las comunidades indígenas respecto al saneamiento espiritual, lo cual favorece en estas comunidades la toma de decisiones frente a los elementos naturales de los territorios ancestrales.

Así las cosas, durante el Encuentro Nacional de Indígenas desarrollado en la Escuela de Pensamiento de la ONIC se trabajó en la construcción de un concepto asociado al “guardianaje” realizado por las indígenas, que a su vez se enlazara con las actividades desarrolladas en el marco del proceso que desde la ciencia técnica se denomina “monitoreo ambiental” y en el que se representaran los pueblos originarios, desde el punto de vista intercultural, sin desconocer sus particularidades ni los procesos propios de sus comunidades.

Por consiguiente, se definió el concepto de “Monitoreo Ambiental Comunitario Indígena (MACI)” como “Concepto no propio para definir las funciones permanentes de los pueblos indígenas, desde tiempos milenarios, respecto al reconocimiento, cuidado, control, vigilancia y lucha de los elementos del entorno natural mandatadas desde los sistemas de conocimiento propio, derecho mayor, derecho propio, Ley de Origen, Ley Natural. Dichas labores identifican y registran basados en los conocimientos ancestrales y espirituales las dinámicas del territorio (conflictos, desarmonías, problemáticas) que afectan la conservación de la vida” (Encuentro Finca Java Liviana ONIC, diciembre 2023).

El Monitoreo Ambiental Comunitario Indígena es una práctica de conocimiento tradicional desarrollada históricamente por los pueblos indígenas como estrategia permanente de conservación y protección de los recursos naturales a partir de la cual identifican alteraciones en los ecosistemas, representando una herramienta de gran importancia para la observación recolección y sistematización de información que permite detectar alertas tempranas frente a los efectos e impactos de las actividades realizadas por el hombre.

De la misma forma este Monitoreo Ambiental Comunitario Indígena apoya la generación de conocimiento para el cambio climático al integrar los sistemas de conocimiento propio por medio de prácticas tradicionales (ajuste de periodos de caza, recolección y diversificación de cultivos según los ciclos de sequía o inundación) como elementos para la adaptación al cambio climático. Resaltando como el MACI reconoce y registra las dinámicas del territorio basándose en la Ley de Origen, la Ley Natural y el Derecho Mayor, permitiendo que las comunidades observen e interpreten los fenómenos ambientales desde su propia cosmovisión.

Fondo Acción

En el caso de niñas, niños y adolescentes, la educación climática requiere metodologías pedagógicas pertinentes a sus lenguajes, emociones, contextos territoriales y formas de participación. Las experiencias de trabajo con esta población muestran que el aprendizaje climático se fortalece cuando combina información científica con innovación, arte, juego, narrativas locales, exploración del territorio y acciones concretas de cuidado ambiental.

Con este propósito, Fondo Acción desarrolló "Semillas de Innovación”, un modelo que busca que las organizaciones sociales conecten su trabajo con el territorio donde lo desarrollan, por medio del fortalecimiento de la relación entre los niños, niñas y adolescentes que atienden y el entorno natural que habitan. Al ser una metodología sistémica y flexible, las organizaciones sociales pueden integrarla a sus propios objetivos de trabajo y metodologías, y potenciar las acciones de cuidado de niñez y adolescencia que llevan a cabo, ya que, por medio de la indagación, la imaginación y la creación, se potencian habilidades clave para la vida de niños, niñas y adolescentes como el pensamiento crítico, creativo y

resiliente; el trabajo en equipo, la participación y la comunicación de ideas, entre otras (https://fondoaccion.org/2025/10/17/semillas-de-innovacion/).

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar

La Dirección de Familias, Comunidades y Pueblos del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), ha consolidado una estrategia de diálogo genuino con comunidades étnicas y campesinas, a través del servicio Tejiendo Interculturalidad, creado a través de diálogos genuinos con comunidades étnicas y campesinas para el cumplimiento de autos y sentencias como los Autos 004 y 005 de 2009 de la Corte Constitucional y en el marco del Plan Nacional de Desarrollo “Colombia, Potencia Mundial de la Vida”.

El servicio se desarrolla a partir de propuestas elaboradas e implementadas por las propias organizaciones étnico-territoriales, lo cual garantiza la pertinencia cultural, el respeto por los sistemas de gobierno propio y la integración de los saberes tradicionales con la participación de las comunidades, asegurando que sean ellos quienes definan el camino hacia la protección de sus derechos y el buen vivir. Entre 2025 y 2026 a través del servicio se han desarrollado 302 propuestas comunitarias (175 en 2025 y 127 en 2026) que abarcan 31 departamentos, con una participación de pueblos indígenas seguidos de comunidades afrocolombianas, campesinas, raizales y pueblo Rrom. Estas propuestas son implementadas por resguardos indígenas, cabildos, consejos comunitarios, asociaciones de mujeres y juntas de acción comunal.

En materia de educación y formación, el servicio promueve el rescate de saberes ancestrales y agroecológicos sobre las prácticas agrícolas, los saberes y sabores sobre las recetas alimenticias y la educación alimentaria para la pervivencia cultural de las comunidades para la adaptación a un clima cambiante por medio de espacios de diálogos, mingas, encuentros y talleres con sabedores y sabedoras sobre técnicas agroecológicas, abonos orgánicos, manejo de huertas y cría de especies menores. Por ejemplo, en San Basilio de Palenque, a través del “círculo de la palabra”, se ha iniciado la recuperación de variedades nativas de maíz, arroz y frutales, alertando sobre el daño de los agroquímicos. En resguardos indígenas de la zona Andina los pueblos Pijao, Kamentsa, Inga entre otros pueblos han desarrollado espacios de juntanza sobre "Recuperación de semillas: Las semillas que nos dieron vida", en el que a través del "círculo de la palabra" los sabedores transmitieron a niños, niñas, jóvenes y adultos conocimientos sobre variedades nativas de maíz, yuca, arroz y frutales, formas de conservación e intercambio comunitario de semillas, así como el impacto negativo del uso de agroquímicos en el territorio.

Adicionalmente, a través de la Estrategia Interseccional Atrapasueños, se ha constituido un escenario clave para el desarrollo de procesos pedagógicos, de acompañamiento y participación, en los que se integran reflexiones prácticas

relacionadas con la acción climática. En materia de educación, estas acciones se desarrollan principalmente en la línea de soberanía alimentaria y educación climática. En esta línea, se destacan procesos pedagógicos relacionados con huertas comunitarias y escolares, producción agroecológica, reciclaje, compostaje, recuperación de suelos y uso responsable de los recursos naturales. Estas experiencias aportan directamente a las metas orientadas al fortalecimiento de la soberanía alimentaria de niñas, niños, adolescentes, jóvenes, familias y comunidades rurales y étnicas, mediante la promoción de huertas comunitarias, el uso de semillas nativas, el manejo sostenible de suelos y agua, y la recuperación de saberes tradicionales y biodiversidad alimentaria. Asimismo, han permitido incorporar contenidos sobre cambio climático, seguridad alimentaria, economía circular, manejo integral de residuos sólidos y protección de la biodiversidad.

Entre las experiencias reportadas se encuentran “Sembrando Vida”, “Sembrando Sueños”, “Huerta Plantando Vida”, “Manos que Siembran Futuro” y “Sembrando Vida y Bienestar: Huerta Medicinal Inclusiva”, las cuales han promovido aprendizajes sobre producción agroecológica, prácticas ancestrales de cultivo y alimentación saludable.

INVEMAR

Desde el Comité Técnico Nacional de Educación del Océano (CTN de Educación del Océano) (Resolución 015 de 2021), liderado por la Secretaría Técnica de la Comisión Colombiana del Océano (CCO), INVEMAR y sus integrantes contribuyen al desarrollo de iniciativas como el Programa Nacional de Escuelas Azules, orientadas a la alfabetización oceánica y la formación de capacidades en comunidades educativas. De manera complementaria, la participación en el Grupo de Comunicaciones del Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible ha fortalecido la producción de contenidos accesibles, campañas de divulgación y narrativas que articulan la relación océano–clima, ampliando el alcance de la información hacia públicos diversos y fortaleciendo la cultura oceánica como base de la acción climática (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis, 2025, 2026).

6.2.1.3.5. Inclusión del enfoque de género e interseccional en la educación en cambio climático:

Colombia ha logrado avances relevantes en la incorporación del enfoque de género e interseccional en los procesos educativos relacionados con el cambio climático, en coherencia con los compromisos asumidos en la NDC 2.0 y el Marco Reforzado de Transparencia. Estos avances se han materializado no solo a través de mecanismos curriculares, sino también mediante estrategias territoriales, comunitarias y de fortalecimiento de capacidades, reflejando una comprensión ampliada de la educación climática como instrumento para la justicia ambiental

y la transición justa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2025b).

Un primer avance estructural se evidencia en el diseño e implementación de asistencias técnicas y convenios orientados explícitamente a mujeres, pueblos étnicos y comunidades históricamente excluidas, que integran el cambio climático como eje transversal de los procesos formativos. El Informe de Avances de Asistencias Técnicas en Educación Ambiental – SINA documenta múltiples procesos desarrollados durante el periodo 2024–2025 en ecorregiones como la Amazonía, Mojana, Catatumbo, La Guajira, Chocó Biogeográfico, Sabana de Bogotá, Macizo Colombiano, Eje Cafetero y Orinoquía, los cuales incorporan enfoques diferenciales e interseccionales y reconocen las afectaciones climáticas diferenciadas que enfrentan mujeres, niñas, niños, jóvenes, pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes y población rural (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2025c).

En este marco, los convenios suscritos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, relacionados en el presente acápite, constituyen un resultado programático central. Estas alianzas permitieron el desarrollo de escuelas ambientales propias y procesos de formación climática con enfoque de género e interseccional, tales como la Escuela Ambiental Itinerante “Recuperadores de la Madre Tierra”, implementada en territorios de los pueblos Misak, Nasa, Pijao y Muisca (Tolima, Cauca y Cundinamarca), y la Escuela Ambiental Mhuysqa en el municipio de Sesquilé (Cundinamarca). En ambas experiencias, la educación climática se construyó desde sistemas de conocimiento propios, el enfoque territorial y el fortalecimiento del rol de las mujeres y liderazgos comunitarios en la defensa de la Madre Tierra, consolidando capacidades locales para la acción climática (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2025a)

De manera específica en materia de género, el convenio adelantado con la Fundación Afro Veinte en 2025 evidencia avances concretos en la transversalización del enfoque de género en la educación climática orientada al trabajo comunitario y al desarrollo humano. Este proceso se desarrolló principalmente en territorios afrocolombianos del Caribe y el Pacífico, fortaleciendo capacidades organizativas, pedagógicas y de incidencia de mujeres afrocolombianas, raizales y palenqueras, mediante la incorporación de contenidos sobre mitigación y adaptación al cambio climático, soberanía alimentaria, manejo del agua, energías limpias, liderazgo femenino y participación en espacios de toma de decisiones ambientales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2025a)

La Estrategia de Acompañamiento en Educación Ambiental para el SINA, representa un avance estructural para la incorporación del enfoque de género e interseccional a escala nacional. La Estrategia establece que los procesos de formación y acompañamiento deben desarrollarse bajo enfoques de derechos

humanos, diferencial, territorial e interseccional, integrando de manera sistemática el análisis de género, ciclo vital, diversidad étnica y sistemas de conocimiento en los contenidos y metodologías educativas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2025b). Esta orientación ha permitido abordar el cambio climático no solo como un fenómeno técnico-ambiental, sino como un factor que profundiza desigualdades estructurales y exige respuestas educativas diferenciadas.

A través de los PROCEDA y otros procesos comunitarios de formación climática, se han desarrollado múltiples procesos formativos dirigidos a mujeres —en particular mujeres rurales, mujeres en situación de vulnerabilidad y mujeres de comunidades étnicas— que abordan contenidos relacionados con adaptación al cambio climático, seguridad alimentaria, gestión de residuos, agroecología y resiliencia territorial. Estos procesos han fortalecido capacidades técnicas y organizativas desde una perspectiva de justicia climática.

Un elemento transversal de estos avances es la articulación con organizaciones de mujeres, asociaciones comunitarias y consejos comunitarios, lo cual ha permitido posicionar a las mujeres como actoras estratégicas de la transición justa y la acción climática local, fortaleciendo su liderazgo y la apropiación social de la educación climática en contextos productivos y comunitarios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2026, p. 6). Asimismo, se documentan experiencias que reconocen explícitamente el rol de las mujeres como transmisoras de saberes ancestrales, especialmente en contextos indígenas y afrodescendientes, integrando conocimientos tradicionales en los procesos de educación climática comunitaria y reforzando una lectura interseccional que articula género, etnia y territorio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2026, pp. 4–5).

En términos de gobernanza educativa y seguimiento, se ha desarrollado la incorporación de criterios asociados a participación diferenciada, cobertura territorial, pertinencia cultural y fortalecimiento de capacidades de mujeres y colectivos históricamente excluidos, contribuyendo a mejorar la calidad de la información reportada en materia de educación climática, equidad y desarrollo de capacidades, aspecto clave desde la perspectiva del BTR (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2026, Anexo 3; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025, pp. 14–15).

La incorporación efectiva del enfoque de género e interseccional en la educación climática no puede sustentarse únicamente en iniciativas aisladas, sino que requiere lineamientos metodológicos más homogéneos, fortalecimiento de capacidades institucionales y sistemas de seguimiento con indicadores sensibles al género y a las desigualdades estructurales. Persisten además asimetrías territoriales en la capacidad institucional para transversalizar estos enfoques, lo

que refuerza la necesidad de consolidar el rol articulador del SINA y profundizar la coordinación con el sector educativo.

6.2.1.4. Formación

El artículo 6 de la CMNUCC incluye la formación de capacidades de personal científico, técnico y directivo, por lo que se ha entendido este componente en el sentido del desarrollo de habilidades prácticas y técnicas (UNESCO y UNFCCC, 2016). La formación de capacidades permite el posicionamiento e incorporación del cambio climático en las actividades y funciones de los distintos actores sociales, dirigida a la generación de respuestas adecuadas a las nuevas condiciones del clima (IDEAM et al., 2010).

A través de la formación de capacidades, se promueven habilidades prácticas y procesos más específicos para que los actores sociales apropien y adopten el cambio climático en sus roles, funciones y actividades. Incluyen, por ejemplo, la capacidad de recopilar e interpretar datos climáticos, elaborar inventarios de emisiones nacionales e identificar tecnologías respetuosas con el clima.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Como parte de la Escuela Nacional de Formación Ambiental – SAVIA, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se incluyeron los siguientes procesos de formación:

- Mercados verdes y bioeconomía (SAVIA Ciudadanos): a través de esta línea temática, se promovió la apropiación del conocimiento para incentivar la generación de negocios verdes, que fomenten la conservación del ambiente y el desarrollo sostenible, a través del uso de la investigación, la innovación y el desarrollo económico.

- Territorialización del aprendizaje (Terra): Este componente abordó la educación desde el entorno inmediato, validando los saberes locales para el desarrollo sostenible. Su finalidad, empoderar a los territorios en el reconocimiento de su biodiversidad y la importancia de generar acciones de protección y conservación de estos.

Desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se desarrolla un proceso de asistencias técnicas para el Sistema Nacional Ambiental en materia de educación ambiental, que tiene como fin el fortalecimiento de capacidades a integrantes del SINA, aporte a la modernización institucional en materia de educación ambiental.

Durante el primer semestre del año 2025, se adelantó el diseño de un documento "Estrategia de acompañamiento de Educación Ambiental para el SINA", cuyo objetivo es establecer los propósitos, componentes y orientaciones técnicas de una estrategia nacional de educación ambiental que amplíe y diversifique los enfoques, temas y actores involucrados, con enfoque territorial, participativo e interinstitucional en coherencia con la actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental.

Parte del Programa Nacional de Educación Ambiental en cumplimiento de su segundo componente: "Enfocar la Educación Ambiental para la gobernanza, la acción climática, el ordenamiento alrededor del agua, la justicia ambiental y la biodiversidad mediante la acción articulada con los diferentes actores del SINA a través del trabajo en comunidades del conocimiento y soluciones basadas en la naturaleza".

La implementación se realizó a través de las ecorregiones definidas para el cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo, en cumplimiento del indicador 1.13: estrategias de formación para el fortalecimiento de la participación ciudadana, la promoción de la gobernanza ambiental y el fomento de la justicia ambiental del país ha permitido generar procesos en los que la formación y acción contribuyen en la construcción de una cultura ética y responsable de transformación armónica de la relación sociedad-cultura- naturaleza enfoques complejos que reconozcan los sistemas de saberes y lenguajes de valoración propios.

Las estrategias desarrolladas durante el 2025 fueron:

1. Plan de sensibilización diseñado en temas de restauración de humedales en la Mojana. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – PNUD
2. Escuela de Selva. Programa Visión Amazonía
3. Escuela de Liderazgo Socioambiental del Atrato. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico – IIAP
4. Red de redes Sabana de Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
5. Escuelas Páramos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt
6. Escuelas Azules. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras- INVEMAR
7. Fortalecimiento de Capacidades para la Gestión Integral de Páramos - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt
8. Red de Monitoreo Comunitario de Bosques (SMByC). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM
9. Escuela Agroambiental, Restauración y Liderazgo Comunitario. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI

10. Escuela Mapiripán Implementación NDF reducción deforestación. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. SINCHI
11. Escuela Renta Joven y Paz con la Naturaleza- Minambiente- Prosperidad Social
12. Escuela de Gobernanza Ambiental Étnica, La Guajira – ANLA
13. Voz y Acción Ambiental: Liderazgos para el monitoreo critico comunitario- Bogotá- Grupo Guillermo Fergusson
14. Escuela de Formación Ambiental Propia del Cabildo del Resguardo Indígena Mhuysqachuta Fa Aba Los Hijos Del Maíz
15. Lineamientos para la creación de la Escuela de Gobernanza Ambiental Raizal
16. Escuela Ambiental Itinerante: Recuperadores de la Madre Tierra- Asociación de Cabildos Indígenas ARIT
17. Educación Ambiental con Acciones Resilientes para la Conservación de Ecosistemas en Zona Rural del Municipio de Ginebra, Valle del Cauca
18. Plan de Acción de Mujer y Ambiente con Enfoque RegionalMinambiente- Fundación Afro Veinte – AFRO XX

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM – Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

En el marco del Convenio 425 de 2019 Ideam. (2019), prorrogado hasta el año 2029, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) han consolidado una alianza estratégica orientada al fortalecimiento de capacidades nacionales en temas ambientales correspondientes a la misionalidad institucional de este instituto como: el cambio climático, la variabilidad climática, la gestión ambiental y monitoreo de los recursos naturales. Esta experiencia constituye un ejemplo relevante de articulación interinstitucional de impacto positivo y relevante para la educación ambiental y la formación de públicos, al integrar el conocimiento técnico y científico generado por el Ideam a lo largo del territorio nacional con la capacidad pedagógica, la infraestructura educativa y la amplia presencia territorial del SENA.

Como resultado de esta articulación, se han diseñado siete (7) programas de formación complementaria, inéditos, orientados al fortalecimiento de competencias técnicas y ciudadanas relacionadas con la gestión ambiental y climática. Entre ellos se encuentran los cursos de formación en:

- Monitoreo Ambiental Participativo -MAP-.
- Fundamentos de la Hidrometría -FH-
- Fundamentos en Transparencia Climática con Enfoque de Género -FTCEG.

Tabla 6-5. Cursos de formación diseñados durante 2024

Nombre del Programa de Formación	Objetivo del curso	Estado	Duración
Fundamentos de la Hidrometría -FH-	Presentar los principios, fundamentos y prácticas técnicas necesarias para la medición, análisis y documentación de variables hidrológicas, hidrométricas y topográficas, asegurando la instalación, operación y mantenimiento de las estaciones hidrológicas, así como el procesamiento y validación de datos conforme a protocolos técnicos establecidos. Este curso busca fortalecer las capacidades técnicas del estudiante para garantizar la precisión, validez y utilidad de la información generada en la gestión y monitoreo de los recursos hídricos.	En ejecución	48 horas
Monitoreo Ambiental Participativo -MAP-	Desarrollar competencias en el estudiante para identificar acciones y generar propuestas ambientales en el marco del Monitoreo Ambiental Participativo (MAP). El curso se enfoca en el análisis del contexto ambiental, la identificación de actores y roles, la comprensión de normativas nacionales e internacionales (incluyendo el Tratado de Escazú), y la aplicación de herramientas metodológicas para la formulación de proyectos participativos. Esto permitirá fortalecer procesos de participación ciudadana y monitoreo ambiental, alineados con las necesidades locales y regionales, fomentando la sostenibilidad y la corresponsabilidad en la gestión ambiental.	En ejecución	48 horas
Fundamentos en Transparencia Climática con Enfoque de Género -FTCEG-	Fortalecer las capacidades técnicas y analíticas del estudiante para integrar el enfoque de género en la acción climática, mediante el conocimiento de normativas nacionales e internacionales, análisis de brechas de género, y uso de herramientas y técnicas específicas. Este curso permitirá abordar las problemáticas ambientales y climáticas desde una perspectiva inclusiva, fomentando la equidad de género en sectores como AFOLU y energía, e impulsando la formulación de estrategias y proyectos alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.	En ejecución	48 horas

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se avanza en la estructuración de los programas de:

- Gestión Integral de Residuos Peligrosos -RESPEL-LA- en Laboratorios Ambientales
- Fundamentos en Acreditación de Laboratorios Ambientales -FALA-
- Inventario Forestal Nacional -IFN-

Tabla 6-6. Cursos de formación en proceso de estructuración

Nombre Programa de Formación	Objetivo del curso	Estado	Duración
Fundamentos en Acreditación de Laboratorios Ambientales -FALA-	Comprender y aplicar los fundamentos técnicos y normativos de la acreditación de laboratorios ambientales, mediante la interpretación de los requisitos de la norma NTC-ISO/IEC 17025, el reconocimiento de los principios de aseguramiento de la calidad, trazabilidad metrológica, gestión documental y control de las	En proceso de evaluación y validación por Ideam-SENA	48 horas

Nombre Programa de Formación	Objetivo del curso	Estado	Duración
	actividades de ensayo y calibración, contribuyendo al fortalecimiento de la confiabilidad de los resultados analíticos y al mejoramiento de los procesos de evaluación de la conformidad en el sector ambiental.		
Manejo/Gestión de Residuos Peligrosos (RESPEL-Lab) en Laboratorios Ambientales	Aplicar los principios y procedimientos de la gestión integral de residuos peligrosos en laboratorios, mediante la identificación de sus características de peligrosidad, la implementación de prácticas de segregación, almacenamiento, manejo y disposición conforme a la normativa vigente, contribuyendo a la prevención de riesgos para la salud humana, la protección del ambiente y el fortalecimiento de la cultura de gestión ambiental en las organizaciones.	En proceso de evaluación y validación por Ideam-SENA	48 horas
Técnico en Meteorología e hidrología operativa -TMHO-	Formar talento humano con competencias para apoyar la instalación, operación, mantenimiento y verificación de estaciones hidrometeorológicas, así como la medición, registro y procesamiento de información meteorológica e hidrológica, aplicando procedimientos técnicos, normas de calidad y criterios de seguridad que contribuyan al monitoreo ambiental, la gestión del recurso hídrico y la toma de decisiones frente a la variabilidad y el cambio climático.	En proceso de evaluación y Validación por Ideam-SENA	2208 horas
Muestreo para el Inventario forestal Nacional -MIFN-	Comprender la estructura operativa del Inventario Forestal Nacional, aplicar técnicas de georreferenciación, establecer unidades de muestreo, medir variables dasométricas y realizar actividades básicas de colecta botánica, muestreo de suelos y evaluación de necromasa, siguiendo los lineamientos técnicos vigentes.	Diseño y estructuración	48 horas

Fuente: Elaboración propia

Durante el mes de junio del 2026, se ha iniciado la ejecución del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo. Con dicho curso, se han iniciado procesos de formación en diferentes Centros del SENA siendo ellos: el Centro de Innovación y de Gestión Empresarial y Cultural – Regional Cesar; Centro Agroindustrial y Pesquero de la Costa Pacífica – Regional Nariño y Centro de Electricidad y Automatización Industrial – Regional Valle del Cauca. localizados en los Departamentos de Nariño, César y Valle del Cauca Los demás programas se encuentran en las etapas de validación, alistamiento institucional y apertura de oferta, como parte de una estrategia gradual de fortalecimiento de capacidades que permitirá su implementación progresiva a nivel nacional. Las partes prevén que, la oferta formativa derivada de la sinergia entre Ideam-SENA tiene el potencial de beneficiar a miles de personas en los próximos años, ampliando significativamente el acceso a procesos de formación especializada en temáticas ambientales y climáticas en diversos territorios del país.

Los contenidos desarrollados buscan fortalecer capacidades para la observación, toma y registro de datos hidrometeorológicos y el monitoreo ambiental

participativo, la gestión de información climática, la transparencia en la acción climática, la gestión de Residuos Peligrosos en laboratorios ambientales, y la Acreditación de Laboratorios Ambientales, el conocimiento de la estructura y función de los ecosistemas forestales y la implementación de buenas prácticas ambientales. De esta manera, contribuyen a mejorar la comprensión de los fenómenos asociados a la variabilidad y al cambio climático, así como la capacidad de respuesta de los territorios frente a sus impactos.

Uno de los elementos más innovadores de esta experiencia ha sido la implementación de un esquema de Formación de Formadores bajo el cual, profesionales especializados del IDEAM capacitan a instructores del SENA en contenidos técnicos y metodológicos, quienes posteriormente replican a través de los cursos de formación estos conocimientos en diferentes regiones del país. El proceso cuenta con el acompañamiento permanente de equipos técnicos de ambas instituciones, garantizando la calidad, actualización y pertinencia de los contenidos impartidos, exigiendo la validación de mismos, por un lado, constatando que el diseño curricular cumpla los estándares y protocolos pedagógicos del SENA y por el otro asegurando la calidad y transferencia de conocimiento a los instructores del SENA, quienes deben demostrar dominio técnico de las temáticas a ser impartidas. De esta manera, se fortalecen capacidades instaladas en las instituciones y se genera un efecto de réplica que amplía el alcance de la educación ambiental y climática a largo plazo. Los resultados de los procesos formativos generan un efecto multiplicador que fortalece la mejora continua de la formación en acción climática, al tiempo que contribuyen al perfeccionamiento de los cursos diseñados por las partes involucradas.

En este sentido, la articulación entre el IDEAM y el SENA representa una experiencia concreta de educación en cambio climático orientada a la formación de públicos, al fortalecimiento de capacidades y a la democratización del conocimiento climático. Su continuidad hasta 2029 reafirma el compromiso de ambas instituciones con la construcción de una cultura de sostenibilidad, resiliencia y acción climática, mediante procesos formativos que buscan ampliar progresivamente su cobertura y generar impactos duraderos en los territorios y las comunidades del país.

Instituto Alexander von Humboldt

El Instituto inició el fortalecimiento de capacidades de los Nodos Regionales de Cambio Climático para la gestión integral de la biodiversidad, alineada con la adaptación al cambio climático. Este proceso, desarrollado entre 2025 y 2026, tendrá como producto una caja de herramientas de apropiación social del conocimiento con material didáctico y pedagógico para la formación de tomadores de decisión.

Instituto Sinchi

El Instituto ha aplicado diversos procesos de formación en sus proyectos y programas:

- Escuelas de Campo – ECAS: en el marco de los Núcleos de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad NDFyB, se han capacitado más de 1265 familias en temas como soberanía alimentaria, reconversión productiva, manejo sostenible de los recursos, siembra de árboles frutales y especies forestales para la restauración ecológica. La estrategia vincula un enfoque de género y familia, con el que se busca empoderar la labor de la mujer rural en la garantía de la soberanía alimentaria, fortaleciendo su rol en el tránsito de la deforestación hacia el desarrollo forestal. Igualmente, la ECAS vincularon a más de 85 jóvenes a los Semilleros de Comunicación, espacio de creación y capacitación en fotografía, producción audiovisual y radial, para construir y ejecutar estrategias de comunicación comunitaria a través de redes sociales y otros medios. (https://sinchi.org.co/ibhi/escuelas-de-campo-fortalecen-la-produccion-sostenible-y-la-soberania-alimentaria-en-la-amazonia).

- Estación experimental El Trueno (Guaviare): combina los propósitos de investigación y formación en el uso de la biodiversidad, para habitantes de la región, estudiantes, científicos y ciudadanos en general. Es un laboratorio de manejo forestal sostenible, en el que se incluyen de forma respetuosa los conocimientos tradicionales, las necesidades territoriales y el bienestar de las comunidades (https://sinchi.org.co/estacion-experimental-el-trueno1).

- En la estrategia Rutas para la Democratización de la Información (https://sinchi.org.co/rutas-para-la-democratizacion-de-la-informacion), en 2025 más de 200 estudiantes, líderes y lideresas participaron en la formación sobre protección de los bosques amazónicos.

- En el marco de la estrategia de monitoreo participativo que impulsa el sistema MoSCAL (Módulo de Seguimiento a los Acuerdos Locales de Conservación del Bosque), junto con Parques Nacionales Naturales, se desarrollaron talleres de formación a más de 100 actores de las comunidades del Meta sobre monitoreo ambiental de los territorios amazónicos y así fortalecer su papel en la protección del bosque. Los talleres contribuyen a la apropiación del conocimiento, puesto que contribuyen a traducir datos complejos en información clara y práctica para las comunidades (https://sinchi.org.co/del-dato-a-la-accion-el-moscal-fortalece-la-conservacion-en-el-meta).

- En el proyecto ABRIGUE, se valora el aporte que tiene el Sistema Participativo de Garantías - SPG (https://sinchi.org.co/abrigue-avanza-a-traves-de-las-plataformas-de-innovacion-multiactor-encuentro-de-conocimientos-y-sabores-autenticos-en-caqueta), en la formación y certificación en agroecología y soberanía alimentaria para pequeños productores. Esta formación contribuye a la participación activa en las Plataformas de Innovación del proyecto.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA):

La ANLA desarrolla acciones de formación sobre cambio climático en el marco del cumplimiento de la meta de la NDC 2.0 de promover la inclusión de consideraciones de cambio climático en los POA de interés nacional sujetos a licencias, permisos o trámites ambientales de competencia de la autoridad. Con este propósito, la ANLA elaboró instrumentos técnicos internos, como guías de evaluación ambiental, que orientan y capacitan a sus profesionales en la incorporación de enfoques de adaptación y mitigación durante el proceso de licenciamiento.

INVEMAR

A partir de la implementación del Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible (2021–2030) proclamado por las Naciones Unidas (UNESCO), liderada y articulada por la Comisión Colombiana del Océano, a través del Comité Técnico Nacional del Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible (CTN-DCODS) (Resolución 002 de 2021), el cual integra 15 entidades gubernamentales (incluyendo 9 ministerios, el DNP, la Armada de Colombia, DIMAR y APC), así como la academia (ASCUN), INVEMAR y actores territoriales, con el fin de alinear las prioridades nacionales con los objetivos del Decenio, se han adelantado distintas acciones orientadas a impulsar el fortalecimiento de capacidades técnicas, institucionales y comunitarias, promoviendo la apropiación social del conocimiento científico y el diálogo entre saberes. Las acciones de formación que se han materializado, incluyen la creación del curso “Todos por una causa: El Océano que queremos”, desarrollado en las ediciones de los años 2023 y 2025, el cual aborda de manera transversal el tema del cambio climático y ha sido diseñado para el público en general. En conjunto, estas iniciativas posicionan al país en la implementación del Decenio como una plataforma estratégica para integrar el conocimiento oceánico en la acción climática.

En coherencia con lo anterior, el Plan Nacional de Contribución al Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible, coordinado por la Comisión Colombiana del Océano a través de su Comité Técnico Nacional, integra el cambio climático como un eje transversal en la acción oceánica del país. Desde este marco, se destacan tres líneas principales: (i) el fortalecimiento del

conocimiento científico mediante el monitoreo y la modelación del océano, con el fin de comprender fenómenos como el aumento del nivel del mar y la variabilidad climática; (ii) la conservación y restauración de ecosistemas marino-costeros como estrategias de mitigación y adaptación; y (iii) la incorporación del cambio climático en la planificación y el ordenamiento del territorio marino-costero, incluyendo la planificación espacial marina. Adicionalmente, el Plan impulsa la articulación interinstitucional y el desarrollo de capacidades como condiciones clave para la acción climática.

Departamento Nacional de Planeación:

El DNP implementa una estrategia de conocimiento, apropiación y uso efectivo del Corredor de Financiamiento Climático, una plataforma que conecta proyectos climáticos con fuentes de dinero público y privado, nacional e internacional. Es un sistema tipo “broker” (intermediario) con el objetivo de facilitar que los formuladores de proyectos de cambio climático accedan a financiación de bancos (públicos y privados), fondos de inversión, cooperación internacional y otros fondos climáticos. La estrategia de fortalecimiento facilita la formulación y movilización de recursos para proyectos de acción climática, para lo que se han desarrollado 48 talleres y seminarios con actores territoriales y gobiernos subnacionales.

6.2.1.4.1. Programa de Fortalecimiento de Capacidades para la Integración del Enfoque de Género en la Gestión del Cambio Climático:

Desde marzo de 2019, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible inició el diseño e implementación del Programa de fortalecimiento de capacidades para la integración del enfoque de género en la gestión del cambio climático(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Este programa se concibió como una herramienta estratégica para apoyar la transversalización del enfoque de género en los instrumentos de política climática, particularmente en los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS).

En su fase inicial, el programa se orientó a la capacitación de las personas responsables de la elaboración de los PIGCCS de los ministerios de Minas y Energía, Agricultura y Desarrollo Rural, Transporte, Vivienda, Ciudad y Territorio, y Comercio, Industria y Turismo. Desde su concepción, se definió que el diseño del programa debía desarrollarse de forma participativa, con la vinculación activa de representantes de las entidades sectoriales, a fin de asegurar que los contenidos y metodologías respondieran a las necesidades específicas de cada sector y facilitaran su apropiación institucional.

Una vez iniciado el trabajo con los ministerios, se identificaron una serie de condiciones estructurales que orientaron el desarrollo del programa. En primer lugar, se evidenció que los PIGCCS y sus medios de implementación se encontraban en distintos niveles de avance, lo que implicaba requerimientos diferenciados de acompañamiento técnico. En segundo lugar, se constató la existencia de niveles heterogéneos de capacidad instalada en género, siendo inexistente en algunos sectores. En tercer lugar, se identificaron bajos niveles de conocimiento sobre asuntos de género, así como resistencias asociadas principalmente al desconocimiento o a concepciones erróneas, lo que hacía necesario incorporar procesos de sensibilización previos a la capacitación técnica(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

De manera simultánea, el proceso permitió identificar una ventana de oportunidad para incidir en las políticas públicas sectoriales de género y en los comités sectoriales de género, en aquellos casos en los que estas instancias existían o se encontraban en proceso de consolidación. Esta incidencia se reconoció como un punto de entrada estratégico para anclar, de manera sostenible, la integración del enfoque de género en la gestión del cambio climático a largo plazo. En algunos sectores, adicionalmente, se evidenció la necesidad de diseñar herramientas específicas para la implementación de políticas públicas, en particular instrumentos metodológicos que facilitaran la integración del enfoque de género en proyectos y programas asociados a la acción climática.

A partir de este diagnóstico, se definió que el programa debía contar con tres componentes fundamentales: (i) un componente de sensibilización, orientado a superar ideas erróneas o sesgadas sobre género; (ii) un componente de capacitación, enfocado en conceptos básicos de género y en su intersección con el cambio climático; y (iii) un componente de acompañamiento técnico, dirigido a apoyar el trabajo conceptual y operativo para la integración del enfoque de género en los PIGCCS, así como en otras políticas públicas sectoriales pertinentes, incluyendo el desarrollo de herramientas específicas para su implementación.

Con base en estas definiciones, se diseñó un programa estructurado en tres módulos secuenciales: (1) sensibilización y aumento de la ambición; (2) capacitación en conceptos básicos de género; y (3) acompañamiento técnico a los ministerios sectoriales. Este diseño permitió preparar a las personas funcionarias, consolidar capacidades instaladas de género en las entidades sectoriales, apoyar el diseño o fortalecimiento de políticas públicas sectoriales de género, y desarrollar herramientas que facilitaran la integración del enfoque de género en programas derivados de los PIGCCS.

El programa se concibió como una herramienta de fortalecimiento de capacidades dirigida, por un lado, a personas responsables de la formulación de políticas, planes y proyectos climáticos sectoriales, y, por otro, a personas expertas

o especialistas en género que acompañan y apoyan técnicamente la integración del enfoque de género en dichos instrumentos. En este marco, el programa está diseñado para facilitar procesos de sensibilización, capacitación y acompañamiento técnico orientados a la incorporación del enfoque de género en la gestión del cambio climático, particularmente en instrumentos como los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS). Para su implementación, el programa incorpora materiales audiovisuales, estudios de caso, ejercicios de trabajo grupal, insumos provenientes de diversas fuentes, presentaciones propias y la participación de personas invitadas con experiencia técnica especializada. Todo el material requerido forma parte integral del programa. De manera complementaria, se incluyen referencias y enlaces a cursos gratuitos en línea sobre género y cambio climático, con el fin de facilitar la profundización de conocimientos por parte de quienes desarrollan o ejecutan el programa(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Adicionalmente, el Programa de fortalecimiento de capacidades en género del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cuenta con un conjunto de materiales complementarios diseñados para ampliar y profundizar las capacidades de las personas participantes. Entre estos recursos se incluyen:

- Programa de fortalecimiento – Seminario web: Género en Desarrollo Urbano Sostenible No. 4 (publicado el 1 de enero de 2021).
- Programa de fortalecimiento – Sesión de inicio: Género, Cambio Climático y Transporte No. 5 (publicado el 1 de enero de 2021).
- Programa de fortalecimiento – Seminario web: Género en Desarrollo Industrial Sostenible No. 6 (publicado el 1 de enero de 2021).
- Programa de fortalecimiento – Sesión de inicio: Género y Cambio Climático No. 7 (publicado el 1 de enero de 2021).
- Estudio de Casos – Mitigación No. 8 (publicado el 1 de enero de 2021).
- Estudio de Casos – Adaptación No. 9 (publicado el 1 de enero de 2021).
- La naturaleza de género de los desastres naturales.

En su conjunto, estos materiales fortalecen el proceso formativo al aportar contenidos especializados, estudios aplicados y espacios de reflexión sectorial, facilitando la comprensión de las interrelaciones entre género, cambio climático y desarrollo sostenible en distintos ámbitos de la política pública.

En respuesta a esta necesidad, y bajo el liderazgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia desarrolló un conjunto de guías sectoriales para la transversalización del enfoque de género en la acción climática, que constituyen una herramienta estratégica para la política pública. Estas guías ofrecen lineamientos prácticos para asegurar que la implementación de las acciones climáticas se realice de manera género-responsiva, en coherencia con las recomendaciones de la CMNUCC y los compromisos internacionales asumidos por el país Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Las guías sectoriales incluidas en este repositorio nacional aportan orientaciones específicas para la integración del enfoque de género en los PIGCC sectoriales, atendiendo a las particularidades de cada sector:

- Sector Transporte: La guía del sector transporte tiene como objetivo avanzar hacia la igualdad de género en la gestión del cambio climático, mediante la transversalización del enfoque de género en proyectos, programas, planes y políticas del sector. Se orienta por los principios del ODS 5, la CMNUCC y los lineamientos nacionales, e incorpora herramientas para la sensibilización institucional, la categorización de proyectos según su nivel de integración de género y el fortalecimiento de capacidades para evitar la reproducción de desigualdades.

En materia de formación, capacitación y sensibilización, la guía establece: (i) sensibilización sectorial mediante mensajes clave sobre género y transporte, prevención de violencias y uso de lenguaje inclusivo; (ii) capacitación básica y especializada para equipos técnicos en análisis de género, interseccionalidad y acción sin daño; (iii) cualificación de capacidades con apoyo de personas expertas en género para formular indicadores sensibles a género, presupuestos con enfoque de género y sistemas de monitoreo; y (iv) remisión a cursos gratuitos en línea (ONU Mujeres, CMNUCC) y materiales prácticos para reforzar competencias a distintos niveles del sector (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) Programa de las Naciones Unidad para el Desarrollo -PNUD / Casas, 2021).

- Sector Vivienda, Ciudad y Territorio - Desarrollo urbano sostenible: La guía del sector vivienda, ciudad y territorio integra el enfoque de género en la gestión climática del desarrollo urbano sostenible, reconociendo que la ciudad no es neutral al género y que las mujeres enfrentan impactos diferenciados en movilidad, seguridad, acceso a vivienda, espacio público y servicios. Alinea sus orientaciones con la Nueva Agenda Urbana, el ODS 11 y la CMNUCC, y propone incorporar el enfoque de género en la planificación urbana, la formulación de proyectos y los instrumentos sectoriales.

En términos de formación, capacitación y sensibilización, la guía contempla: (i) sensibilización mediante mensajes clave sobre género, ciudades seguras y derechos urbanos; (ii) capacitación técnica en análisis de género e interseccionalidad aplicados al urbanismo, diseño de proyectos y políticas urbanas con enfoque de género; (iii) fortalecimiento de capacidades institucionales a través de la inclusión de personas expertas en género para acompañar la formulación, implementación y monitoreo; y (iv) derivación a cursos y recursos gratuitos (ONU Mujeres, ONU Hábitat, CMNUCC) para profundizar conocimientos y sostener la implementación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), 2021b)

- Sector Industrial - Desarrollo industrial sostenible: La guía para comercio, industria y turismo aborda la integración del enfoque de género en la gestión climática del desarrollo industrial sostenible, destacando las brechas de acceso a empleo, tecnología, financiamiento y toma de decisiones que afectan a las mujeres, así como su rol en eficiencia energética, consumo sostenible e innovación. La guía estructura orientaciones prácticas para incorporar género en mitigación (eficiencia energética, tecnologías limpias) y adaptación, y para alinear los instrumentos sectoriales con los compromisos CMNUCC y ODS 5.

En cuanto a formación y fortalecimiento de capacidades, define: (i) sensibilización institucional sobre desigualdades de género y cambio climático mediante mensajes clave sectoriales; (ii) capacitaciones para equipos técnicos y formuladores en análisis de género, diseño de objetivos e indicadores con enfoque de género, y presupuestación sensible a género; (iii) acompañamiento técnico especializado (personas expertas en género) para la formulación y evaluación de proyectos y políticas; y (iv) uso sistemático de recursos formativos en línea (ONU Mujeres, CMNUCC, ONUDI) para profundizar competencias en producción limpia, industria verde y empoderamiento económico de las mujeres(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2021).

- Sector Agropecuario: La guía del sector agropecuario señala que la transversalización del enfoque de género en los PIGCCS sectoriales debe reconocer el rol estratégico de las mujeres rurales en la adaptación y mitigación del cambio climático, así como las desigualdades estructurales en acceso a tierra, asistencia técnica, financiamiento, información climática y participación en decisiones productivas. En los PIGCCS, se orienta a incorporar el enfoque de género en el diagnóstico de vulnerabilidad climática, la definición de medidas de adaptación y mitigación, y el diseño de acciones que fortalezcan medios de vida resilientes, seguridad alimentaria y autonomía económica de las mujeres rurales.

Las estrategias de formación, capacitación y sensibilización se centran en el desarrollo de capacidades territoriales y comunitarias, con énfasis en mujeres rurales, organizaciones de base y equipos técnicos del sector. La guía promueve procesos formativos en género y cambio climático, análisis interseccional, derechos de las mujeres rurales, gestión del riesgo climático y prácticas productivas resilientes, así como capacitación diferenciada en tecnologías agropecuarias y acceso a información climática. También se incluyen acciones de sensibilización dirigidas a hombres rurales y a instituciones del sector para redistribuir roles de cuidado, reducir resistencias culturales y fortalecer la participación equitativa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2021c).

- Sector Minero energético: La guía para el sector minero energético establece que la transversalización del enfoque de género en los PIGCCS debe partir de un análisis de género sectorial que identifique brechas en empleo, participación en la toma de decisiones, acceso a beneficios del desarrollo energético y exposición diferenciada a impactos climáticos. Para los PIGCCS, se promueve integrar el enfoque de género en todas las fases del ciclo de política climática sectorial (diagnóstico, formulación, implementación, monitoreo y evaluación), asegurando objetivos, resultados, indicadores y presupuestos sensibles a género, así como la participación efectiva de mujeres y hombres en escenarios de gobernanza climática y energética.

En materia de formación, capacitación y sensibilización, la guía prioriza el fortalecimiento de capacidades técnicas del personal institucional y de actores del sector en género y cambio climático, incluyendo formación básica y especializada para equipos formuladores de PIGCCS, empresas, gremios y entidades adscritas. Se enfatiza la capacitación en análisis de género, acción sin daño, prevención de violencias basadas en género, lenguaje inclusivo y uso de indicadores sensibles a género, así como procesos de sensibilización dirigidos a tomadores de decisión y equipos técnicos para transformar patrones culturales masculinizados del sector y favorecer la participación y liderazgo de las mujeres en la transición energética justa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), 2020).

- Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible: La guía del sector ambiente plantea que la transversalización del enfoque de género en los PIGCCS debe abordarse desde una comprensión de las interacciones entre género, biodiversidad, ecosistemas y cambio climático, reconociendo a las mujeres como agentes clave en la conservación, restauración y gestión ambiental. En los PIGCCS sectoriales se enfatiza integrar el enfoque de género en soluciones basadas en la naturaleza, reducción del riesgo de desastres y adaptación, asegurando la participación equitativa en la gobernanza ambiental, el acceso justo a beneficios y la reducción de vulnerabilidades diferenciadas frente a eventos climáticos extremos.

En cuanto a formación, capacitación y sensibilización, la guía prioriza el fortalecimiento de capacidades institucionales y territoriales en género y cambio climático, especialmente para autoridades ambientales, equipos técnicos y actores comunitarios. Se promueven procesos de capacitación en análisis de género aplicado a biodiversidad, REDD+, soluciones basadas en la naturaleza y gestión del riesgo, así como formación en salvaguardas sociales y ambientales, acción sin daño y prevención de violencias basadas en género. Las estrategias de sensibilización buscan transformar prácticas discriminatorias, visibilizar el

conocimiento ambiental de las mujeres y consolidar liderazgos femeninos en la implementación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

De manera transversal, todas las guías coinciden en una serie de recomendaciones clave para la integración efectiva del enfoque de género y la interseccionalidad en la acción climática sectorial. Entre ellas se destacan: la incorporación del enfoque de género en todas las fases del ciclo de proyecto; la realización de análisis de género previos con información desagregada por sexo, etnia, edad y otras variables diferenciales; la garantía de una participación efectiva y del liderazgo de las mujeres en la toma de decisiones; la integración del enfoque de género en la planificación presupuestal, los indicadores y los resultados esperados; la asignación de recursos humanos y financieros específicos —incluyendo la recomendación reiterada de destinar al menos el 30 % del presupuesto a acciones de equidad de género—; el diseño de sistemas de monitoreo y evaluación sensibles a género e interseccionalidad; el fortalecimiento de capacidades técnicas e institucionales; y el desarrollo de estrategias de comunicación inclusiva y culturalmente pertinente.

Las coincidencias entre las guías reflejan un consenso técnico consolidado a nivel nacional. Todas conciben la transversalización del enfoque de género como un proceso sistemático y no como una acción puntual, incorporan explícitamente la interseccionalidad (género en interacción con etnia, edad, discapacidad, orientación sexual y territorio), reconocen la igualdad de género como una condición habilitante para la efectividad de la acción climática, enfatizan la necesidad de indicadores sensibles a género y presupuestos diferenciados, y se articulan de manera coherente con los marcos normativos nacionales e internacionales, incluidos los ODS, la CMNUCC y el Plan de Acción de Género y Cambio Climático (PAGCC).

Este corpus de guías sectoriales constituye, por tanto, un instrumento técnico clave para la integración del enfoque de género en la acción climática de Colombia.

6.2.1.5. Sensibilización

La sensibilización de públicos se refiere a la comunicación, divulgación y movilización de los actores sociales, como elemento que contribuye a aumentar la información y el compromiso con la acción climática. La sensibilización genera conciencia y promueve la responsabilidad histórica en el proceso de enfrentar el cambio climático (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente, 2010b). Este elemento tiene como fin la promoción, facilitación, desarrollo y aplicación de programas de sensibilización del público sobre cambio climático y sus efectos a nivel nacional, subregional, regional e internacional.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Escuela Nacional de Formación Ambiental – SAVIA

La Escuela Nacional de Formación Ambiental - SAVIA, fue un ecosistema para impulsar estrategias de promoción de la cultura ambiental y el desarrollo de contenidos ambientales, incluyendo cambio climático. Como parte de los procesos, se incluyó la sensibilización de públicos en los siguientes temas:

- Acción climática (SAVIA Ciudadanos): su objetivo fue sensibilizar y dar a conocer a la comunidad como al sector empresarial en general, las metas de acción climática, socializando roles de los individuos, frente a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y las actividades o acciones que favorecen su mitigación y adaptación al cambio climático.

- Innovación para la conservación y la prevención de conflictos socioambiental-es (SAVIA Crea y transforma): se enfocó en incentivar a la comunidad en general en la participación de acciones de restauración ecológica a través de la siembra y el mantenimiento de material vegetal nativo de ecosistemas estratégicos, así como en procesos de conservación y protección de la biodiversidad.

- Acciones de reconocimiento de la biodiversidad (SAVIA Terra): se enfocó en el empoderamiento de la ciudadanía para reconocer la biodiversidad y la importancia de la generación de acciones de protección y conservación.

La Escuela SAVIA actuó como un puente entre la política pública y la vida cotidiana. Para la gestión social en educación, este modelo es un referente de cómo la formación puede armonizar la protección del patrimonio natural y la participación ciudadana.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi

El Instituto Sinchi ha implementado la comunicación y divulgación como mecanismo para incrementar la visibilidad científica y democratización del conocimiento, para público especializado y ciudadanía en general, en línea con el Acuerdo de Escazú (https://sinchi.org.co/files/COMUNICACIONES/P1-005%20Politica%20de%20comunicaciones%20V.3.pdf).

En el marco de la alianza BIOFILIA (https://sinchi.org.co/biofilia), concebida para generar una transformación profunda en la manera en que la sociedad comprende, valora y se relaciona con la Amazonía, se desarrollaron exposiciones,

aprendizaje, comunicación, divulgación e investigación interconectada. Contó con estrategias para diferentes tipos de público, incluyendo a los niños (https://www.sinchi.org.co/sinchi-para-ninos).

Ministerio de Minas y Energía

El Ministerio, en el marco del PIGCCME, elabora el Plan anual de comunicaciones que define los lineamientos estratégicos para la difusión, apropiación social del conocimiento y divulgación de la información climática del sector minero-energético.

El documento incluye un diagnóstico de los canales de comunicación institucionales, evidenciando fortalezas en alcance digital, pero también limitaciones en el uso de lenguaje técnico y en la apropiación del contenido por parte del público general. A partir de este análisis, se identifican problemáticas y se proponen alternativas orientadas a mejorar la accesibilidad, claridad y pertinencia de los mensajes, priorizando un enfoque de comunicación más inclusivo y cercano a los territorios.

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF)

Desde el ICBF la sensibilización del público se ha promovido mediante encuentros comunitarios, ferias gastronómicas, cartografías sociales y mercados campesinos. En el Cabildo Indígena Zenú de Membrillal, se realizó un diagnóstico comunitario participativo sobre disponibilidad de productos locales, prácticas tradicionales de cultivo y cocina, y casos de desnutrición, anemia y hábitos inadecuados, generando conciencia sobre la importancia de recuperar sistemas alimentarios autónomos y sostenibles. Por su parte, en el Resguardo Piguambí Palangala (Pueblo Awá) se llevó a cabo la Feria Gastronómica “Awa Ashampa”, con la participación de 120 mujeres de 12 territorios, que visibilizó y revalorizó la cocina tradicional indígena como expresión viva del patrimonio cultural y la soberanía alimentaria, vinculando el acto de compartir y alimentar en comunidad con el cuidado del territorio.

Asimismo, en el marco de la Estrategia Interseccional Atrapasueños, se han desarrollado campañas, talleres y actividades lúdicas dirigidas a niñas, niños, adolescentes y familias. Entre estas se encuentran iniciativas como “Arte con reciclaje”, “Reciclando Ando”, “Sensibilización ambiental a través del reciclaje creativo con niñas y niños”, “Transformación Creativa y Saberes de la Tierra” y “Reutilización de material reciclable para la elaboración de materos”.

Adicionalmente, se promovieron espacios de encuentro comunitario, jornadas pedagógicas, construcción de huertas, jornadas de reforestación y recuperación de espacios colectivos, fortaleciendo capacidades de liderazgo,

corresponsabilidad y participación significativa de niñas, niños y adolescentes en la acción climática. Estas acciones favorecieron el intercambio de saberes entre comunidades, agentes educativos, equipos territoriales e instituciones aliadas, así como la circulación de información sobre riesgos asociados al cambio climático y alternativas de adaptación y mitigación desde los contextos locales.

Asimismo, esta estrategia cuenta con la línea de mitigación, adaptación y bienestar psicosocial, en la cual se identifican acciones relacionadas con reforestación, recuperación de suelos, protección de fuentes hídricas y conservación de ecosistemas. De manera complementaria, la Dirección de Infancias y Adolescencias ha fortalecido capacidades de afrontamiento emocional y resiliencia comunitaria frente a afectaciones derivadas de sequías, inundaciones, deforestación, contaminación y degradación ambiental.

Fondo Acción

Fondo Acción incorpora como parte de los procesos relacionados con niñez y adolescencia, educación en cambio climático y protección ambiental, un componente de divulgación, sensibilización y comunicación que más allá de la finalidad de dar a conocer a la entidad, es un mecanismo para empoderar a los actores sociales que participan, así como ampliar los efectos e impactos al poner la información a disposición de actores que inicialmente no están vinculados. En este sentido, se destacan los siguientes procesos:

- Programa ALEC: Como parte del programa América Latina por la Educación Climática – ALEC, se han desarrollado diversas herramientas para la divulgación a públicos a través de documentos escritos, productos audiovisuales y un sitio web (https://fondoaccion.org/2024/09/13/alec-fa/). Este programa, centrado en fortalecer la educación en cambio climático como una estrategia para la resiliencia y la adaptación, vinculó a actores locales, nacionales e internacionales, de carácter públicos, privados y de la sociedad civil. El componente de divulgación evidencia que

- Influencer X Naturaleza: una plataforma en Instagram dirigida a adolescentes, que busca movilizarlos para facilitar su involucramiento en acciones medioambientales de acuerdo a sus intereses, fortaleciendo sus habilidades para promover el aprendizaje intergeneracional, aportar al desarrollo de habilidades para la vida y darles visibilidad como agentes significativos de cambio. Es una plataforma que contribuye a la participación de la niñez y la adolescencia, para que puedan formar parte de espacios de convivencia y cuidado del ambiente, así como de respeto, valoración y promoción de la diversidad tanto cultural como natural (https://fondoaccion.org/2022/09/02/influencerxnaturaleza/).

- CambiARTE: en el marco del evento Finanzas del Clima y con la convicción del poder del arte para sensibilizarnos sobre nuestra realidad y tocarnos en lo que nos hace humanos, el Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA, la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) y el Fondo Acción crearon CambiARTE, un concurso nacional para desarrollar propuestas artísticas que contribuyan a sensibilizar y formar públicos sobre el cambio climático. CambiArte ha generado un espacio de encuentro entre el sector ambiental y cultural, al apoyar la producción de contenidos que no solo vuelven tangible y cercano el cambio climático, sino que desarrollan lenguajes y símbolos que llegan a una audiencia amplia.

Las propuestas ejecutadas han incluido talleres artísticos con niños, niñas y adultos de sensibilización sobre el cambio climático, generando conexiones específicas con los ecosistemas, el agua, la energía y la comida; así como procesos de investigación y creación por parte de colectivos de artistas que han producido cómics, música, ilustraciones e instalaciones. Los procesos y resultados de la creación artística se han desarrollado en museos, bibliotecas públicas e institutos culturales con públicos convocados previamente, e incluso con la ciudadanía en general a través de intervenciones en el espacio público (https://fondoaccion.org/2020/10/15/cambiarte-arte-por-el-cambio-climatico/).

6.2.1.6. Inclusión de la Acción para el Empoderamiento Climático en los PIGCCS

En el marco del SISCLIMA, la normativa de cambio climático y la PNCC se establecieron los PIGCCS. Estos instrumentos de planeación se desarrollaron con posterioridad a la ENEFSPCC y se vinculan directamente con su objetivo principal de creación de capacidades a nivel nacional en los temas de cambio climático.

Por esta razón, en el presente acápite se hace una revisión de la incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos en los PIGCCS. Esta revisión es de carácter documental, en los instrumentos en que se establecieron los PIGCCS vigentes en la actualidad.

En el proceso de revisión de los PIGCCS se hizo una identificación de si los documentos incorporan la Acción para el Empoderamiento Climático y/o sus elementos, según las siguientes consideraciones:

- La identificación de la incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos se refiere al marco estratégico y plan de acción de implementación y seguimiento. Por lo tanto, se refiere a la incorporación de estrategias, acciones y metas.

- Este alcance de la incorporación no se refiere a que la formulación de los PIGCCS haya incluido procesos de participación pública, sensibilización y formación de capacidades. La incorporación acá considerada se refiere a que en los PIGCCS se establezca un marco que impulse la Acción para el Empoderamiento Climático como elemento transversal de la gestión del cambio climático.

- La revisión de la incorporación en los PIGCCS se concreta en una matriz que identifica los elementos y el enfoque integral de Acción para el Empoderamiento Climático. Respecto a los elementos, se tiene en cuenta si los PIGCCS incorporan procesos, acciones, instrumentos y herramientas de participación pública (participación ciudadana, construcción participativa), acción pública a la información, educación (formal, para el trabajo y el desarrollo humano, informal), formación (capacitación, formación de capacidades) y sensibilización (divulgación, comunicación).

- En el "enfoque integral de Acción para el Empoderamiento Climático", se tiene en cuenta que haya una consideración integral, sinérgica, complementaria y conjunta de la totalidad o de varios de los elementos. Se asume como parte de este enfoque la denominación de "Educación, Formación y Sensibilización".

- Se utilizó la definición de incorporación como una variable dicotómica entre "si" y "no". Esto en razón a que no hay una homogenización de los contenidos ni una definición de una escala de incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los PIGCCS. Por lo tanto, si un PIGCCS incluye algún proceso, acción, instrumento y/o herramienta, es suficiente, aun cuando no sea de carácter general y transversal.

6.2.1.6.1. Incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Sectoriales - PIGCCS:

Los PIGCCS son los instrumentos a través de los cuales cada Ministerio identifica, evalúa y orienta la incorporación de medidas de mitigación de gases de efecto invernadero y medidas de adaptación al cambio climático en las políticas y regulaciones del respectivo sector. Adicionalmente, este instrumento da lineamientos para la implementación de medidas sectoriales de adaptación y mitigación a nivel territorial (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Para esta revisión se consideraron 9 instrumentos, que incluyen 6 PIGCCS, un PIGCCS + Biodiversidad, un plan que hace parte del sector transporte, un Plan de Adaptación y una Estrategia:

- PIGCCME Minas y Energía (2021)
- PIGCCS Comercio, Industria y Turismo (2021)
- PIGCC Agricultura (2021)
- PIGCCSH+B Hacienda (2024)
- PIGCCS Salud (2026)
- PIGCCS Vivienda, Ciudad y Territorio (2020)
- PIGCC para los puertos marítimos de Colombia (2016)
- Plan de adaptación de la red vial primaria (2014)
- Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (2022)

Tabla 6-7. Incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los Planes integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales.

PIGCCS	Participación	Acceso información	Educación	Formación	Sensibilización	AEC integralmente
PIGCCME Minas y Energía (2021)	Si	No	No	Si	Si	No
PIGCCS Vivienda, Ciudad y Territorio (2020)	No	No	Si	Si	No	No
PIGCCS Comercio, Industria y Turismo (2021)	No	No	No	Si	No	No
PIGCC Agricultura (2021)	Si	Si	Si	Si	No	No
PIGCCSH+B Hacienda (2024)	No	No	No	No	Si	No
PIGCCS Salud (2026)	Si	No	No	Si	No	No
PIGCC para los puertos marítimos de Colombia (2016)	No	No	No	No	No	No
Plan de adaptación de la red vial primaria (2014)	No	No	Si	Si	Si	No
Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (2022)	No	No	Si	No	Si	No

Fuente: Elaboración propia

6.2.1.6.2. Análisis de incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los PIGCCS:

En la revisión de la incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos en los PIGCCS se observa que es común que haya algún grado de implementación de uno o varios de los elementos. Esto indica que a nivel sectorial se les da importancia a los elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático, en asocio con diversas nociones como puede ser la gobernanza multiactor, la inclusión de actores sociales, la cultura, la legitimidad y la sostenibilidad de los procesos.

A diferencia de lo anterior, en ningún PIGCCS hay una incorporación del enfoque integral de Acción para el Empoderamiento Climático o de la sinergia entre sus elementos. Esto indica que no hay apropiación del concepto de Acción para el Empoderamiento Climático, de la potencialidad que supone asumirlo integralmente, del carácter transversal que tiene a la acción climática y del círculo virtuoso que se genera en una consideración sistémica.

El PIGCCS Agricultura se destaca puesto que en sus líneas estratégicas incorpora diversas acciones y metas que impulsan los elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático. Si bien no se tiene la noción de Acción para el Empoderamiento Climático en sí misma, sus elementos se incorporan a lo largo del instrumento de planeación en consideración al impacto sectorial, con una definición de metas e indicadores que apuntan al desarrollo de los elementos. De forma particular, el PIGCCS Agricultura es un instrumento que impulsa en diversas formas la participación de los actores sociales en la toma de decisiones y la acción climática, poniendo énfasis en la inclusión y la equidad.

Por el contrario, otros PIGCCS muestran poca incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos. Esto muestra que no se le ha dado una consideración específica a la importancia de vincular a los diversos actores sociales en la mitigación y adaptación al cambio climático, desde herramientas de la Acción para el Empoderamiento Climático que fortalecen las capacidades de incidir en la transición hacia la descarbonización y la resiliencia.

Como se observa en la siguiente figura, el componente más recurrente es la formación, presente en 6 de los 9 instrumentos analizados, seguido por educación y sensibilización, incorporados en 4 instrumentos cada uno. Por su parte, la participación pública se identifica en 3 instrumentos y el acceso a la información únicamente en 1. Como se mencionó anteriormente, ninguno de los instrumentos incorpora un enfoque integral de ACE, entendido como la consideración conjunta, complementaria y sinérgica de todos sus elementos.

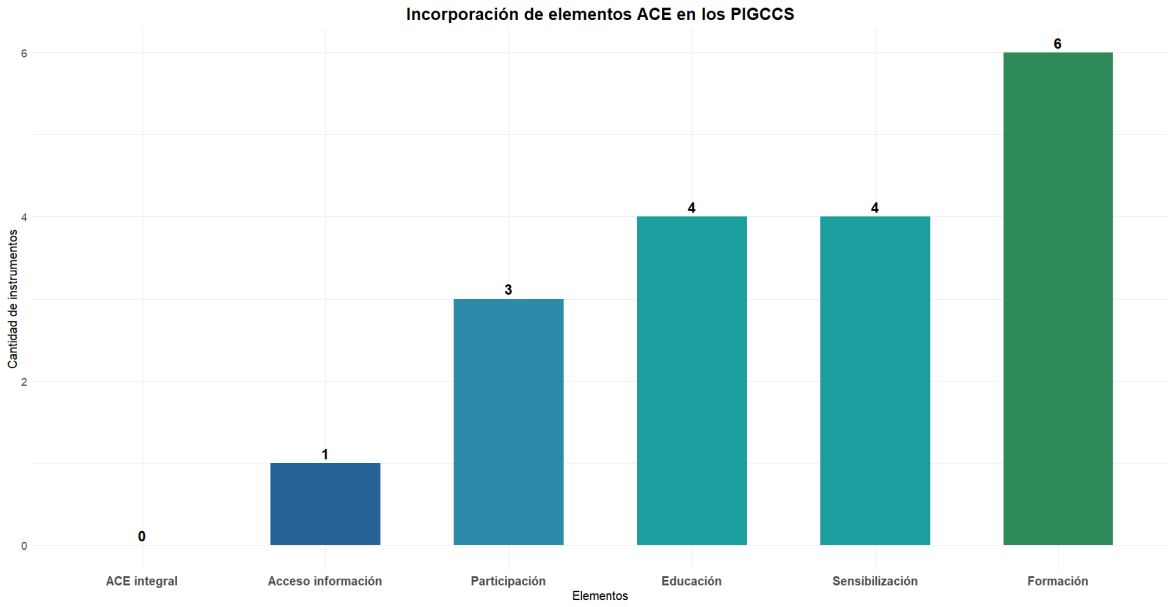


Figura 6-1. Incorporación de elementos ACE en los PIGCCS

Fuente: Elaboración propia

Lo mencionado anteriormente, sugiere una oportunidad para fortalecer futuras actualizaciones de los PIGCCS, promoviendo una integración más sistemática de los principios de ACE y contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de creación de capacidades establecidos por la ENEFSPCC y su actualización, la PNCC y los compromisos internacionales de Colombia en el marco de la CMNUCC y el Acuerdo de París.

6.2.1.7. Procesos relacionados con la Acción para el Empoderamiento Climático a nivel territorial

6.2.1.7.1. Inclusión de la Acción para el Empoderamiento Climático en los Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Territoriales– PIGCCT

En el marco del SISCLIMA, la normativa de cambio climático y la Política Nacional de Cambio Climático, se establecieron los PIGCCT. Estos instrumentos de planeación se desarrollaron con posterioridad a la ENEFSPCC y se vinculan directamente con su objetivo principal de creación de capacidades a nivel locales, regionales y nacionales en los temas de cambio climático.

Por esta razón, en el presente acápite se hace una revisión de la incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos en los PIGCCT. Esta

revisión es de carácter documental, en los instrumentos en que se establecieron los PIGCCT vigentes en la actualidad.

En el proceso de revisión de los PIGCCT se hizo una identificación de si los documentos incorporan la Acción para el Empoderamiento Climático y/o sus elementos, según las siguientes consideraciones:

- La identificación de la incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos se refiere al marco estratégico y plan de acción de implementación y seguimiento. Por lo tanto, se refiere a la incorporación de estrategias, acciones y metas.

- Este alcance de la incorporación no se refiere a la formulación de los PIGCCT, en los que se pueden incluir procesos de participación pública, sensibilización y formación de capacidades. La incorporación acá considerada se refiere a que en los PIGCCT se establezca un marco que impulse la Acción para el Empoderamiento Climático como elemento transversal de la gestión del cambio climático.

- La revisión de la incorporación en los PIGCCT se concreta en una matriz que identifica los elementos y el enfoque integral de Acción para el Empoderamiento Climático. Respecto a los elementos, se tiene en cuenta si los PIGCCT incorporan procesos, acciones, instrumentos y herramientas de participación pública (participación ciudadana, construcción participativa), acción pública a la información, educación (formal, para el trabajo y el desarrollo humano, informal), formación (capacitación, formación de capacidades) y sensibilización (divulgación, comunicación).

- En el “enfoque integral de Acción para el Empoderamiento Climático”, se tiene en cuenta que haya una consideración integral, sinérgica, complementaria y conjunta de la totalidad o de varios de los elementos. Se asume como parte de este enfoque la denominación de “Educación, Formación y Sensibilización”.

- Se utilizó la definición de incorporación como una variable dicotómica entre "si" y "no". Esto en razón a que no hay una homogenización de los contenidos ni una definición de una escala de incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los PIGCCT. Por lo tanto, si un PIGCCT incluye algún proceso, acción, instrumento y/o herramienta, es suficiente, aun cuando no sea de carácter general y transversal.

6.2.1.7.1.1. Incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los PIGCCT

Los PIGCCT son los instrumentos a través de los cuales, partiendo del análisis de vulnerabilidad e inventario de gases de efecto invernadero regionales, se identifican, evalúan y recomiendan medidas y acciones de mitigación de emisiones de GEI y de adaptación al cambio climático para ser implementadas por entidades públicas y privadas en el territorio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

La guía para la formulación e implementación de los PIGCCT contempla el reconocimiento de los diferentes actores, no sólo en la construcción de acciones climáticas, sino en su implementación y seguimiento, así como también la apropiación de las mismas en un lenguaje común, creando así capacidades cuya finalidad es la de sensibilizar y gestionar procesos que conlleven al empoderamiento climático, pasos muy importantes para el análisis estratégico y el plan de acción (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022a).

Para esta revisión, se consideraron 28 documentos que corresponden a Planes de Adaptación, Planes Integrales de Cambio Climático y PIGCCT vigentes o en formulación:

- PICC Huila (2014)
- PIGCCT Cundinamarca (2024)
- PICC Chocó
- PIGCCT Atlántico (2016)
- PIGCCT Cauca (2016)
- PIGCCT Cesar (2016)
- PIGCCT Magdalena (2016)
- PIGCCT Quindío (2016)
- PIGCCT Santander (2016)
- PRICC Orinoquía (2017)
- PICC La Guajira (2018)
- PICC Antioquia (2018)
- PICC Norte de Santander (2018)
- PIGCCT Tolima (2018)
- PICC Caldas (2019)
- PIGCCT Risaralda (2019)
- PIGCCT Nariño (2019)
- PIGCCT Putumayo (2020)
- PIGCCT Caquetá (2021)
- PIGCC Guaviare (2021)
- PIGCC Vaupés (2021)
- PIGCCT Córdoba (2022)

- PIGCCT Amazonas (2022)
- PIGCCT Guainía (2022)
- PIGCCT Valle del Cauca (2024)
- PIGCCT Sucre (2023)
- PIGCCT Boyacá (en formulación)
- Plan de Adaptación para el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (2014)

Tabla 6-8. Incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los Planes integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales.

PIGCCT	Partici-pación	Acceso informa-ción	Educa-ción	Forma-ción	Sensibili-zación	AEC integral-mente
PICC Huila (2014)	No	No	Si	Si	Si	No
PIGCCT Cundinamarca (2024)	Si	No	Si	Si	Si	No
PICC Chocó	Si	Si	Si	Si	Si	No
PIGCCT Atlántico (2016)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PIGCCT Cauca (2016)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PIGCCT Cesar (2016)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PIGCCT Magdalena (2016)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PIGCCT Quindío (2016)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PIGCCT Santander (2016)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PRICC Orinoquía (2017)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PICC La Guajira (2018)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PICC Antioquia (2018)	No	No	Si	Si	Si	No
PICC Norte de Santander (2018)	Si	No	Si	No	No	No
PIGCCT Tolima (2018)	Si	No	Si	Si	Si	Si
PICC Caldas (2019)	Si	No	Si	Si	Si	Si (ACE)
PIGCCT Risaralda (2019)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
PIGCCT Nariño (2019)	No	No	Si	No	No	No
PIGCCT Putumayo (2020)	No	No	No	No	No	No
PIGCCT Caquetá (2021)	Si	No	No	No	No	No
PIGCC Guaviare (2021)	Si	No	Si	No	No	No
PIGCC Vaupés (2021)	No	No	Si	No	No	No
PIGCCT Córdoba (2022)	No	No	No	No	No	No
PIGCCT Amazonas (2022)	Si	No	Si	Si	Si	No
PIGCCT Guainía (2022)	Si	No	No	Si	No	No
PIGCCT Valle del Cauca (2024)	Si	No	Si	No	Si	No

PIGCCT	Partici-pación	Acceso informa-ción	Educa-ción	Forma-ción	Sensibili-zación	AEC integral-mente
PIGCCT Sucre (2023)	No	No	No	No	No	No
PIGCCT Boyacá (en formulación)	Si	Si	Si	No	Si	No
Plan de Adaptación para el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (2014)	Si	No	Si	Si	Si	No

Fuente: Elaboración propia

6.2.1.7.1.2. Análisis de incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático en los PIGCCT:

En la revisión de la incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos en los PIGCCT se observa que es común que haya algún grado de implementación de uno o varios de los elementos indicando que, tanto a nivel sectorial como territorial se le da importancia a los elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático, en asocio con diversas nociones como puede ser la gobernanza multiactor, la inclusión de actores sociales, la cultura, la legitimidad y la sostenibilidad de los procesos.

A diferencia de lo anterior, es menos común que haya una incorporación del enfoque integral de Acción para el Empoderamiento Climático o de la sinergia entre sus elementos. Esto indica que hay poca apropiación del concepto de Acción para el Empoderamiento Climático, de la potencialidad que supone asumirlo integralmente, del carácter transversal que tiene a la acción climática y del círculo virtuoso que se genera en una consideración sistémica.

Al respecto, se identifica que únicamente el PICC de Caldas incluye la denominación de Acción para el Empoderamiento Climático, mientras que otros instrumentos se refieren es a educación, formación y sensibilización. Esto tiene un impacto en cuanto a que, más allá de los elementos que la componen, la noción de Acción para el Empoderamiento Climático también refleja una intención y relación de los distintos actores sociales con la acción climática.

De forma significativa, se identifica que en 2016 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible promovió el proceso de formulación de 6 PIGCCT que incluyeron una estrategia de educación, formación y sensibilización territorial: Atlántico, Cauca, Cesar, Magdalena, Quindío y Santander. En estos casos, se estableció como un medio de implementación que impulsa las acciones de mitigación y adaptación definidas en el plan. Esta aproximación a la Acción para el Empoderamiento Climático no se aplicó en otros instrumentos.

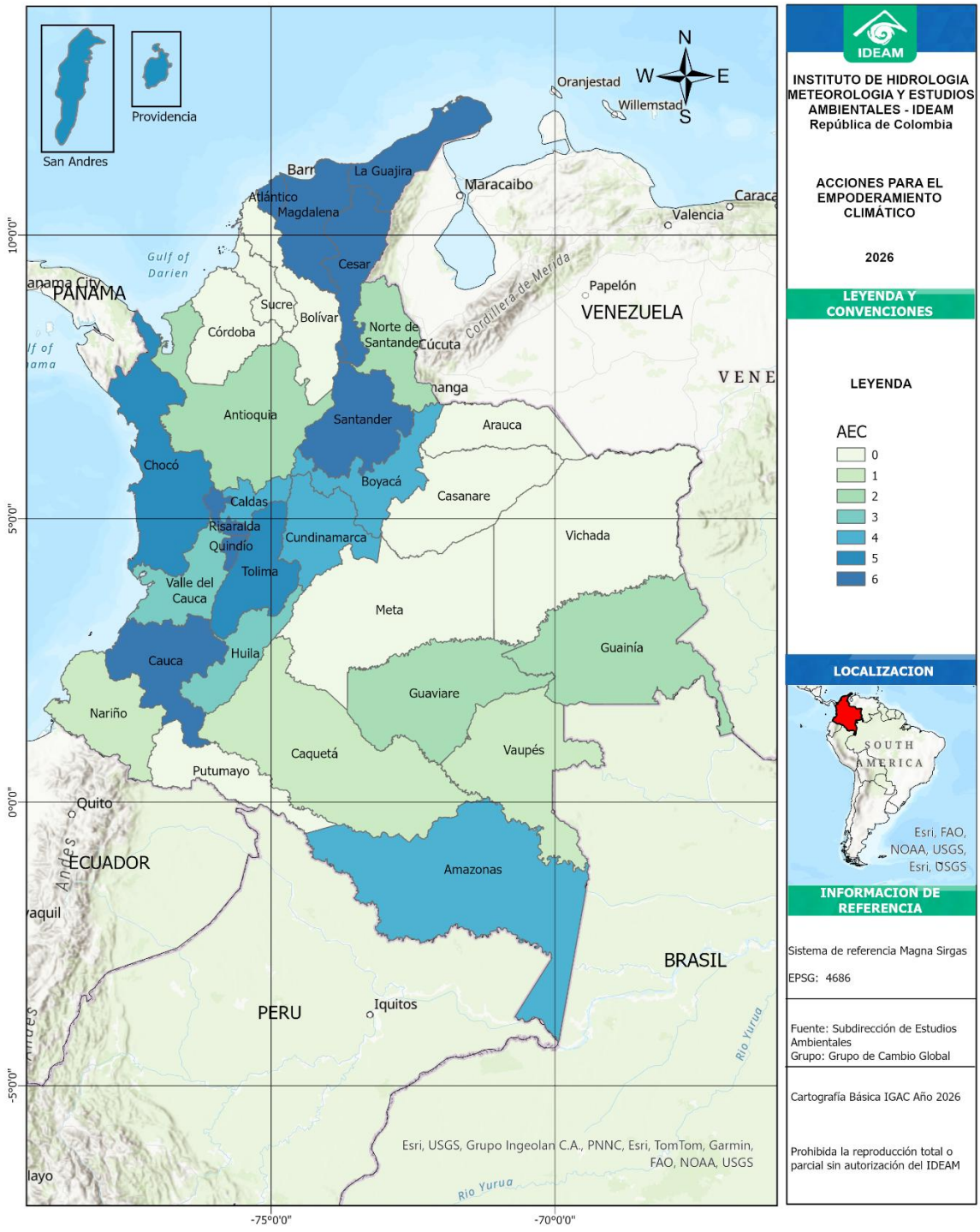


Figura 6-2. Inclusión de elementos ACE en los PIGCCT analizados

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la siguiente gráfica, la educación es el elemento más ampliamente integrado, presente en 23 de los 28 instrumentos analizados,

seguida por la participación pública (21 instrumentos), la sensibilización (19), la formación (18) y el acceso a la información (11). Adicionalmente, 11 instrumentos incorporan un enfoque integral de ACE, lo que representa un avance importante frente a los PIGCCS, donde no se identificó ningún caso de incorporación integral.

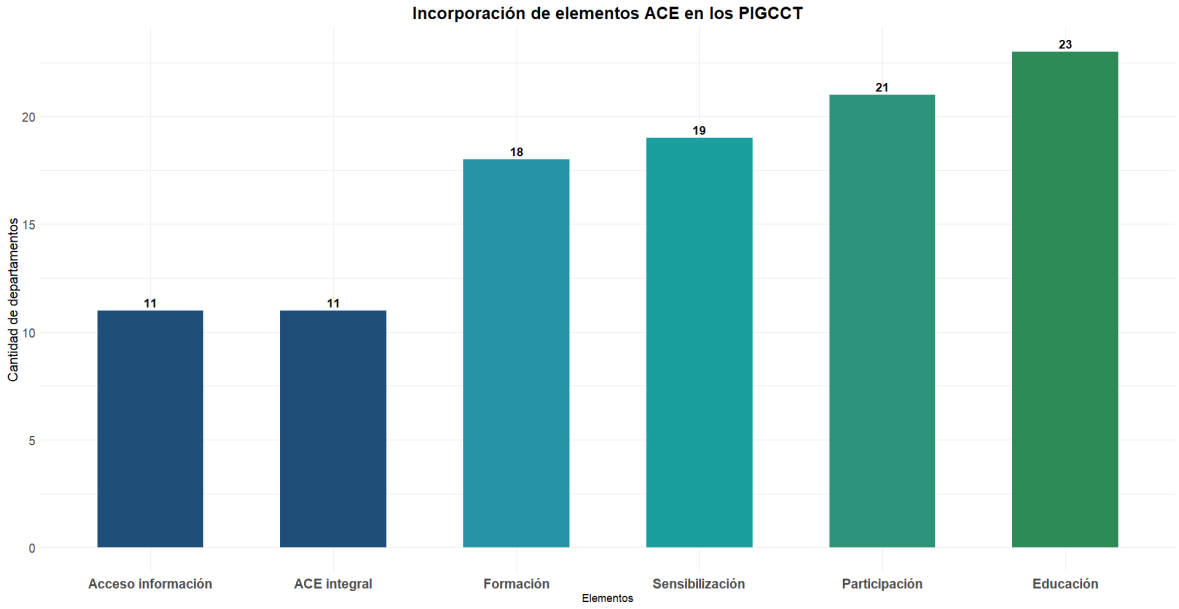


Figura 6-3. Incorporación de los elementos ACE en los PIGCCT

Fuente: Elaboración propia

Los resultados permiten concluir que los PIGCCT presentan un nivel de incorporación de ACE sustancialmente superior al observado en los instrumentos sectoriales. La mayor presencia de sus elementos y la existencia de experiencias de integración territorial demuestran avances significativos en la creación de capacidades y la gobernanza climática. No obstante, persisten desafíos relacionados con la homogenización de enfoques entre territorios, el fortalecimiento del acceso a la información y la consolidación de una visión integral de ACE que potencie las sinergias entre sus distintos componentes y contribuya de manera más efectiva a la implementación de la acción climática territorial.

6.2.1.8. Procesos de Acción para el Empoderamiento Climático y sus Elementos a Nivel Territorial

Con el fin de complementar el análisis de la incorporación de la Acción para el Empoderamiento Climático a nivel territorial, se recopilaron iniciativas, programas y acciones implementadas por Autoridades Ambientales y Secretarías de Educación. La siguiente tabla presenta ejemplos de procesos relacionados con los elementos de ACE (educación, formación, sensibilización,

participación pública y acceso a la información) que contribuyen al fortalecimiento de capacidades, la apropiación social del conocimiento y el involucramiento de diversos actores en la acción climática a nivel territorial. Estos casos evidencian cómo los principios de ACE se materializan en acciones concretas orientadas a promover una ciudadanía más informada, participativa y comprometida con la gestión del cambio climático.

Tabla 6-9. Procesos de Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos desarrollados a nivel territorial.

Institución	Acciones desarrolladas	Elementos de la AEC relacionados
Secretaría de Educación de Armenia	Se han adelantado procesos de sensibilización con estudiantes y docentes líderes de los Proyectos de Educación Ambiental (PRAE) y en la Gestión Integral del Riesgo Escolar (GIRE) en la ciudad de Armenia, los cuales incorporan dentro de su gestión el cambio climático. Asimismo, se prevé fortalecer las acciones de adaptación frente al cambio climático, integrando la Enmienda de febrero de 2024 a las normas ISO (como la ISO 9001), vinculando la gestión escolar con estándares de calidad internacional.	Educación Sensibilización
Gobernación del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Durante el año 2025 se desarrolló el foro Educación y Cambio Climático, el cual contó con la participación de directivos docentes, docentes, autoridades educativas y actores del ámbito ambiental, permitiendo la generación de un diálogo constructivo orientado a la formulación de estrategias educativas que respondan a los desafíos ambientales actuales, especialmente en contextos vulnerables. Dentro de los temas específicos a tratar, se abordaron las siguientes temáticas y experiencias significativas: Aulas vivas: educación ambiental para la resiliencia climática. Se consolidó como un modelo de educación ambiental que interactúa directamente con la naturaleza, promoviendo un aprendizaje activo, interdisciplinario y comunitario, donde los ecosistemas naturales son espacios permanentes de aprendizaje. Proyecto “Mi pequeña reserva del manglar” del instituto Técnico Industrial, enfocado a la recuperación y conservación de la playa de los Almendros, por medio de la concientización a la comunidad de la isla.	Educación
Secretaría de Educación de Bogotá	La Secretaría de Educación de Bogotá, ha desarrollado actividades enfocadas a los componentes de educación y sensibilización en cambio climático de la siguiente forma: Acompañamientos a las Instituciones Educativas Distritales (IED) para el fortalecimiento de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE): Se realiza a través de una ruta de acompañamiento que tiene como objetivo la integración de la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en la educación ambiental, con un enfoque pedagógico que permita a la comunidad educativa prepararse y actuar para adaptarse y mitigar la crisis climática a través de un cambio cultural promovido desde las aulas, destacando la importancia de la apropiación de las situaciones ambientales del territorio al que pertenecen (Cerros Orientales, Cuenca Río Tunjuelo, Cuenca Río Salitre, Cuenca Río Fucha, Borde norte, Humedales, Sumapaz, Borde Río Bogotá) y la inclusión de acciones pedagógicas a favor del cuidado del agua, la biodiversidad, el consumo responsable, la adaptación y mitigación al cambio climático y el manejo y minimización de residuos sólidos. Asimismo, la secretaría desarrolla talleres orientados al fortalecimiento del aprendizaje en cambio climático enfocados principalmente en los estudiantes de básica primaria, secundaria y media. Socialización de orientaciones pedagógicas de Educación Ambiental con las IED: Elaboración y socialización de orientaciones pedagógicas que	Educación Sensibilización

Institución	Acciones desarrolladas	Elementos de la AEC relacionados
	integran el cambio climático como eje transversal en los procesos educativos, como eje transversal en los procesos educativos, fortaleciendo la calidad educativa y la formación de ciudadanía ambiental. Desarrollo de jornadas de sensibilización en educación ambiental con las IED: Promoción de la implementación de estrategias pedagógicas, como espacios de formación y generación de orientaciones técnicas que facilitan la inclusión del cambio climático en los currículos escolares, fomentando el desarrollo de competencias para la comprensión, mitigación y adaptación frente a este fenómeno. Adicionalmente la Secretaría, en el marco de la Política Pública Distrital de Acción Climática, reporta acciones orientadas a la educación y sensibilización de la comunidad educativa, específicamente, en el producto 3.1.7 "Orientaciones pedagógicas para la educación climática dirigidas a los colegios de la ciudad", como aporte a la formación de la comunidad educativa desde un enfoque ambiental.	
Secretaría de Educación de Casanare	A través de los Proyectos Pedagógicos Transversales (PPT) y, específicamente por medio del proyecto de inversión "Fortalecimiento de los proyectos pedagógicos en los establecimientos educativos del departamento del Casanare", se han adelantado asistencias técnicas para la orientación docente, en los cuales se incluye la educación ambiental y la implementación de los Proyectos de Educación Ambiental (PRAE) en las 69 instituciones educativas del Casanare.	Educación
Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (CORNARE)	Desde la Subdirección de Educación y Participación Socioambiental de CORNARE, se cuenta con insumos de formación como lo son las cartillas de la cátedra de educación ambiental[67] para la cultura ambiental, en la cual se incluye el módulo de cambio climático, las cuales se enfocan a estudiantes de nivel preescolar, básico y media. Adicionalmente CORNARE ha propiciado el desarrollo de los siguientes proyectos: Pequeños Exploradores Científicos para un Ambiente Sostenible (PECAS): Planeación pedagógica de cuatro ecoaventuras que abordaron el cambio climático y Soluciones Basadas en la Naturaleza. Dicho proceso contó con 3 encuentros virtuales y 1 encuentro presencial, con un total de 97 participantes impactados. Jóvenes Rurales y Líderes Juveniles (JAGUARES): Fortalecimiento del liderazgo ambiental juvenil, con el propósito de la participación en la COP 30, por medio de actividades formativas, territoriales y vivenciales que consolidan una red juvenil regional articulada. Para el desarrollo de este proceso, se desarrollaron 5 encuentros regionales de juventud, con la participación de 130 jóvenes, quienes hicieron parte de una metodología participativa basada en laboratorios de liderazgo, talleres vivenciales, diálogos territoriales, retos climáticos y la aplicación de Ábaco de Régnier como herramienta para la construcción colectiva de propuestas.	Educación Formación Participación
Secretaría de Educación de Bucaramanga	Realizan acompañamiento, seguimiento y asistencia técnica a las Instituciones Educativas Oficiales en la implementación de los Proyectos Pedagógicos Transversales Obligatorios, específicamente en los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE).	Educación
Establecimiento Público Ambiental Distrito de Buenaventura – EPA	Desde el año 2023 el EPA, ha establecido dentro de su Plan de Acción Cuatrienal la articulación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente en temas de educación y sensibilización, se ha desarrollado el proyecto "Medidas de mitigación y adaptación al cambio climático y gestión del riesgo en el Distrito de Buenaventura, con vinculación de instituciones educativas oficiales y privadas.	Educación

67 Catedra Ambiental – Cornare

Institución	Acciones desarrolladas	Elementos de la AEC relacionados
Secretaría de Educación de Antioquia	La Secretaría de Educación de Antioquia cuenta con información relacionada con la Acción para el Empoderamiento Climático, enmarcadas en la declaración de emergencia climática del año 2020 y en los instrumentos departamentales como el Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia (PICCA). Dichas actividades incluyen procesos de educación, formación, sensibilización, acceso a la información y participación pública, desarrollados principalmente a través de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE). Las acciones enmarcadas en las actividades enmarcadas en los elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático, responden a problemáticas identificadas en el diagnóstico departamental como la deforestación de 11.601 hectáreas en 2019, la afectación por erosión en el 60,6% del territorio y una vulnerabilidad del 40,9% de la población frente a eventos climáticos. En este contexto, las instituciones educativas han sido fortalecidas como escenarios de apropiación social del conocimiento, promoviendo el acceso a información ambiental a través de herramientas del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y la articulación con el Sistema Nacional Ambiental. Adicionalmente, la Secretaría de Educación de Antioquia ha participado de manera articulada en la implementación de la ENEFSPCC, mediante la alineación de sus procesos educativos con los lineamientos del Ministerios de Educación Nacional, el Ideam y el Sistema Nacional Ambiental. Esta participación se evidencia en la incorporación del enfoque de cambio climático en los PRAE, en los procesos de formación docente y en la articulación con instrumentos de planificación como el PICCA y los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT). Adicionalmente, respecto a los PIGGCT, se han desarrollado estrategias educativas articuladas con los instrumentos territoriales de cambio climático, incorporando procesos de monitoreo, reporte y verificación (MRV) y fortaleciendo la información en mitigación y adaptación con enfoque de derechos humanos, género e intergeneracional. Este tema es ampliamente abordado desde la Política Pública de Educación Ambiental de Antioquia (PPEAA)	Enfoque integral de AEC Educación
Secretaría de Educación Municipal de Ciénaga	La Secretaría de Educación cuenta con información relacionada con la Acción para el Empoderamiento Climático, desarrolladas principalmente a través de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) implementados en los establecimientos educativos del municipio. En este marco, se promueven procesos pedagógicos orientados al fortalecimiento de la educación ambiental, integrando temáticas como el cambio climático, la conservación del entorno, el uso sostenible de los recursos naturales y la gestión del riesgo. Asimismo, se desarrollan actividades institucionales como jornadas pedagógicas, ferias ambientales, campañas de sensibilización y articulación con entidades territoriales y ambientales	Educación
Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC	La CVC lidera el Programa Valle Carbono Neutro Organizacional -PVCNO, programa que busca la articulación con el sector empresarial en sus procesos de gestión ambiental, específicamente asociados a las acciones para la mitigación del Cambio Climático. El programa pretende que las empresas que ingresan y formen parte, puedan adquirir conocimientos acerca del impacto del cambio climático, así como de las metodologías para la elaboración de un inventario de gases de efecto invernadero –GEI, entendiendo como se identifican y cuantifican las emisiones de estos gases, logrando identificar sus fuentes críticas de emisión, lo que les permite implementar programas de mitigación de sus emisiones oportunamente. Las empresas corresponden a sectores tales como industrial, agrícola, transporte, servicios, eléctrico. El programa incluye ciclos de charlas, cursos y capacitaciones en temas asociados con la gestión climática, interpretación de datos, toma de decisiones, metodologías, normatividad, proyectos de carbono, ruta de descarbonización, adaptación al cambio climático, cálculo de inventarios, entre otras, de tal manera que puedan adquirir y apropiar el conocimiento,	Formación

Institución	Acciones desarrolladas	Elementos de la AEC relacionados
	como capacidad instalada para que continúen en su propia gestión hacia la sostenibilidad y la ruta hacia la descarbonización. Adicionalmente, desde el Grupo de Implementación de Instrumentos y Estrategias de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático de la Dirección de Gestión Ambiental, se realizan charlas a diferentes actores institucionales, sector empresarial, universidades, con el fin de dar a conocer conceptos asociados al Cambio Climático, Riesgos Climáticos (Vulnerabilidad y Amenaza), Huellas Ecológicas y Huella de Carbono.	
Corporación Autónoma Regional del centro de Antioquia - Corantioquia	La corporación cuenta con información relacionada, principalmente en el marco de la gestión del cambio climático a nivel territorial, con acciones enfocadas a: procesos de formación y capacitación en cambio climático dirigidos a actores institucionales y territoriales, actividades de sensibilización orientadas a la mitigación y adaptación al cambio climático, concertación de la gestión del cambio climático para los instrumentos de planificación territorial y de desarrollo de los municipios.	Formación Sensibilización Participación
Secretaría de Educación Municipal de Popayán	La Secretaría de Educación, dentro del Plan de Educación rural (PER), la temática de cambio climático es transversal a las actividades del proyectos pedagógicos productos y educación ambiental, por tanto, el cambio climático se aborda bajo la premisa de que toda variación ambiental afecta los proyectos productivos de hueras, hace parte de la descripción de la problemática PRAE, y la necesidad de reconocer que como instituciones educativas se deben realizar acciones para concientizar y llevar a la práctica de actividades para reducir las emisiones de GEI. Asimismo, la Secretaría de Educación Municipal de Popayán está en el proceso de estructuración del Plan de Educación Ambiental (PEAM), con el propósito de tener una guía local para acciones concretas a nivel institucional, educativo y comunitario.	Educación
Secretaría de Educación de Norte de Santander	La entidad ha participado de manera activa y sostenida en procesos de educación ambiental, formación, sensibilización y acceso a la información pública relacionada con el cambio climático, en el marco de sus competencias y en articulación con la autoridad ambiental regional CORPONOR, las entidades territoriales, el sector académico y las organizaciones sociales. Estas acciones se han desarrollado principalmente a través de la implementación del Plan Departamental de Educación Ambiental 2016 – 2026, el cual incorpora el cambio climático, la gestión del riesgo, el agua y la biodiversidad como ejes transversales para la formación y la transformación de prácticas socioculturales. Asimismo, la entidad ha fortalecido los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), los proyectos ciudadanos de Educación Ambiental (PROCEDA) y los Proyectos Ambientales Universitarios (PRAU) como escenarios de educación formal, no formal e informal, favoreciendo la apropiación social del conocimiento climático. Asimismo, ha promovido espacios de divulgación y participación, como el Encuentro Departamental de educación Ambiental y el día mundial del ambiente, orientados a la sensibilización pública y al posicionamiento del cambio climático como asunto prioritario en la agenda educativa y comunitaria.	Enfoque integral de AEC Educación
Corporación Autónoma Regional de Nariño – Corponariño	La corporación lidera y acompaña espacios de formación, participación ciudadana e institucional, promoviendo la inclusión de la comunidad en procesos de formación en gestión ambiental y en cumplimiento de los principios de transparencia y gobernanza. Adicionalmente, se adelantan procesos de capacitación, asistencia técnica y sensibilización frente a la gestión de cambio climático, en articulación con entidades territoriales, instituciones educativas y demás instituciones en el territorio. Adicionalmente, la Corporación, ha participado activamente en la implementación de la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización a públicos sobre cambio climático, a través del desarrollo	Enfoque integral de AEC Participación pública Formación Sensibilización Educación

Institución	Acciones desarrolladas	Elementos de la AEC relacionados
	de procesos integrales de educación ambiental y gestión del conocimiento en el territorio. En este sentido, la entidad ha liderado y acompañado iniciativas de formación y sensibilización dirigidas a comunidades, instituciones educativas, organizaciones sociales y autoridades locales, promoviendo la comprensión de la conceptualización de lo que refiere el cambio climático, causas que influyen en el incremento de la variabilidad climática y consecuencias para la adopción de medidas de adaptación y mitigación. Dichas acciones se han desarrollado en articulación con instituciones de la zona de influencia de las áreas protegidas por medio de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), además del acompañamiento a solicitudes realizadas por parte de entidades, considerando la incorporación de enfoques de derechos humanos, diferencial, de género e intergeneracional. Adicionalmente, CORPONARIÑO, por medio de la ejecución de acciones encaminadas en la Acción para el Empoderamiento Climático, ha fortalecido sus procesos de educación y participación ambiental con enfoque territorial, ha consolidado alianzas interinstitucionales con entidades el orden nacional, departamental y municipal y ha fortalecido la gobernanza ambiental promoviendo la participación activa de comunidades en la toma de decisiones, generando así una mayor resiliencia en los territorios frente a los efectos del cambio climático y al posicionamiento institucional de la Corporación como actor clave en la gestión ambiental regional.	
Secretaría de Educación de Bucaramanga	A través del macroproceso de calidad educativa – subproceso de mejoramiento institucional, la secretaría realiza acompañamiento, seguimiento y asistencia técnica a las instituciones educativas oficiales en la implementación de los Proyectos Pedagógicos Transversales Obligatorios, especialmente el PRAE, como principal estrategia para la educación en cambio climático. Estas acciones incluyen el fortalecimiento de procesos pedagógicos orientados a la sostenibilidad, la promoción de la cultura ambiental, el desarrollo de competencias ciudadanas frente al cambio climático y la articulación de estos proyectos con el currículo institucional. Adicionalmente, la Secretaría de Educación de Bucaramanga contribuye al cumplimiento de las metas relacionadas con la incorporación del cambio climático en la educación formal, mediante el fortalecimiento de los Proyectos Pedagógicos Transversales y su articulación con los lineamientos nacionales. De esta forma, se promueve la inclusión del cambio climático como eje transversal en los procesos educativos, respetando la autonomía institucional y fomentando enfoques integrales que consideren dimensiones sociales, ambientales y territoriales.	Educación
Secretaría de Educación de Ibagué	La Secretaría lidera la implementación de los Proyectos Ambientales Escolares PRAE en las Instituciones Educativas Municipales, buscando cambios a largo plazo en la comprensión del cambio climático entre los jóvenes. Se promueven espacios de capacitación para docentes y directivos en el desarrollo de pedagogías adecuadas y el fortalecimiento de habilidades prácticas relacionadas con la gestión ambiental. La formación técnica permite que tanto el personal administrativo como los docentes adquieran capacidades para interpretar datos climáticos y aplicar tecnologías respetuosas con el clima en el entorno escolar. La entidad coordina campañas y eventos escolares orientados a sensibilizar a la población estudiantil y a la comunidad educativa sobre los efectos del cambio climático y las acciones individuales de lucha contra este. Se han ejecutado programas de comunicación y eventos masivos en el calendario ambiental escolar que responden al componente de sensibilización de públicos, utilizando canales locales y plataformas digitales para difundir acciones de mitigación y adaptación.	Educación Formación Sensibilización

Institución	Acciones desarrolladas	Elementos de la AEC relacionados
	A través de sus canales institucionales, la Secretaría facilita el intercambio de conocimiento pedagógico y técnico, permitiendo que la comunidad educativa participe de forma más activa en la implementación de políticas climáticas. Los procesos de sensibilización y educación impactan positivamente en el territorio, logrando que la comunidad estudiantil adopte comportamientos que faciliten la implementación de proyectos de mitigación y adaptación en el municipio. Se garantiza la integración de las perspectivas de la comunidad académica estudiantes, padres y maestros en la toma de decisiones sobre la gestión del riesgo y la adaptación climática en los entornos escolares. Integrar el cambio climático en los planes de estudio y pedagogías permite preparar a las comunidades educativas para enfrentar efectos climáticos a largo plazo. La entidad ha implementado los lineamientos de la ENEFSPCC mediante la transversalización del cambio climático en los Proyectos Ambientales Escolares PRAE de las Instituciones Educativas Municipales. Se ha participado en mesas de trabajo con CORTOLIMA y el IDEAM para alinear las metas locales de educación ambiental con los objetivos de formación y sensibilización definidos en el documento de 2010.	
Secretaría de Educación de San José de Cúcuta	La entidad ha desarrollado acciones continuas de educación, formación y sensibilización sobre cambio climático en coordinación con CORPONOR, entidades territoriales, academia y organizaciones sociales. Estas iniciativas se enmarcan en el Plan Departamental de Educación Ambiental 2016-2026, que integra temas como gestión del riesgo, agua y biodiversidad. Asimismo, ha fortalecido proyectos educativos ambientales (PRAE, PROCEDA) mediante el plan de acción del Comité de Educación Ambiental Municipal CEAM, para promover la apropiación social del conocimiento, y ha impulsado espacios de participación y divulgación como el Encuentro Departamental de Educación Ambiental.	Educación Sensibilización
Área Metropolitana del Valle de Aburrá	La entidad realiza acciones en el marco de la Acción para el Empoderamiento Climático, las cuales se encuentran enmarcadas en las hojas de ruta para la gestión climática y el desarrollo sostenible del territorio, principalmente en el Plan de Gestión 2024-2027. Dicho plan incorpora programas de gestión para la información y el conocimiento, fortalecimiento del sistema de vigilancia y monitoreo estratégico territorial, educación para el desarrollo sostenible metropolitano, y cultura ciudadana y metagobernanza. Asimismo, se fundamentan en el Plan de Acción ante el cambio y la variabilidad climática (PAC&VC) del Valle de Aburrá 2019 – 2030, que define como líneas estratégicas habilitantes la educación, formación y sensibilización de públicos, la gobernanza e institucionalidad, el ordenamiento territorial y planificación urbana, y el seguimiento, evaluación y reporte. Adicionalmente, se han desarrollado acciones orientadas al fortalecimiento de capacidades, la apropiación social del conocimiento y la articulación entre actores públicos, privados, académicos, comunitarios y ciudadanos. Entre estas se destacan la implementación del Sistema de Monitoreo, reporte y Verificación (MRV) de acciones climáticas, los procesos de gobernanza climática y apropiación social del conocimiento asociados al Colaboratorio de Acción Climática y las Expediciones climáticas del Valle de Aburrá. De esta forma, durante la vigencia 2025 se realizaron desde la entidad un total de 62 acompañamientos técnicos enfocados en la implementación del MRV de acciones climáticas. De estos, 53 se dirigieron a los municipios de la jurisdicción y al Distrito de Medellín, abordando fases de nivelación conceptual, socialización operativa del sistema, levantamiento de inventarios de gases de efecto invernadero e identificación de medidas de mitigación y adaptación.	Enfoque integral de AEC Participación pública Acceso público a la información Educación Formación Sensibilización

Institución	Acciones desarrolladas	Elementos de la AEC relacionados
Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM	Algunas de las actividades enmarcadas en los componentes de la Acción para el Empoderamiento climático desarrolladas desde la Corporación, se dan especialmente en: • Educación y sensibilización: implementación de procesos de educación ambiental a través de PRAE, PROCEDA, CIDEA y jornadas comunitarias. • Formación y desarrollo de capacidades: Capacitación a docentes, líderes comunitarios, organizaciones ambientales y jóvenes de ambiente. • Acceso a la información: estrategias de comunicación ambiental mediante redes sociales, campañas institucionales y espacios radiales. • Participación pública: Fortalecimiento de escenarios como CIDEA y procesos comunitarios en los 37 municipios del Huila. Adicionalmente, la CAM ha participado en la formulación y actualización del Plan Decenal de Educación Ambiental del Huila; ha realizado el acompañamiento a Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) y Proyectos Ciudadanos de educación Ambiental (PROCEDA); y ha desarrollado campañas de educación ambiental en temas como cambio climático, biodiversidad, recurso hídrico y consumo sostenible. Actualmente, el Departamento del Huila, adelanta el proceso para la actualización del Plan de Cambio Climático Huila 2050, instrumento de política de la región para realizar la gestión integral del Cambio Climático. En el marco de este proceso, se tiene establecida la definición de los lineamientos de género y enfoque diferencial, que estarán incluidos en la actualización del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial (PIGCCT) Huila 2050, para lo cual se ha realizado procesos de educación y formación a los integrantes del consejo Departamental de Cambio Climático y actores claves identificados en el departamento. Adicionalmente, el Consejo de Cambio Climático, en el proceso de fortalecimiento de la gobernanza ha priorizado el enfoque de género y diferencial para ser trabajado desde este escenario.	Enfoque integral de AEC Participación pública Educación Formación Sensibilización
Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – Coralina	Durante las vigencias 2023 y 2024, CORALINA desarrolló acciones orientadas a la planificación territorial, la comunicación y la educación ambiental. En 2023 se participó en mesas de concertación para incorporar la gestión del riesgo y el cambio climático en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), se realizó una mesa de trabajo con la Gobernación y el Ministerio de Ambiente para avanzar en el PIGCCT, y se ejecutó una campaña radial sobre mitigación y adaptación climática en emisoras locales. Complementariamente, se llevaron a cabo jornadas educativas en colegios de San Andrés. En 2024 se emitieron conceptos ambientales sobre los planes de desarrollo departamental y municipal, se reactivó el Comité de Conocimiento del Riesgo con entidades como IDEAM, Dimar y la Universidad Nacional, se realizaron jornadas de restauración ecológica con siembra de especies nativas y 370 plántulas de mangle rojo en Old Point, se desarrolló el sistema digital RHCORALINA para la gobernanza hídrica, se elaboraron modelos hidrogeológicos del acuífero de San Andrés bajo escenarios de cambio climático, y se realizó el Encuentro Mesoamericano de Educación Ambiental con representantes de diez países. En 2025 las acciones se enfocaron en la gestión del riesgo comunitario, la restauración ecológica y la generación de conocimiento técnico. En Providencia, en articulación con la Cruz Roja, se acompañó a las Juntas de Acción Comunal en la formulación de Planes de Gestión del Riesgo Comunitario mediante seis jornadas de capacitación. Se retomó la actualización del POMIUAC incorporando el estudio de riesgo ante huracanes, y mediante la Resolución 722 de 2025 se adoptaron formalmente los Protocolos de Evaluación y Restauración de Ecosistemas tras Eventos Climáticos Extremos. En materia de restauración, se sembraron 219 plántulas de mangle blanco y negro en zonas costeras y se	Educación Formación Sensibilización

Institución	Acciones desarrolladas	Elementos de la AEC relacionados
	verificó el cumplimiento de medidas compensatorias forestales en múltiples predios, con un total de 651 árboles sembrados en San Andrés. Además, se llevó a cabo una misión técnica interinstitucional CORALINA–IDEAM para el diagnóstico de degradación de suelos en Providencia y San Andrés, y se avanzó en la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza en la laguna Big Pond con el apoyo de la Fuerza Aérea Colombiana.	

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. Diagnóstico Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización a públicos en cambio climático - Acciones relacionadas con la implementación de la ENEFSPCC en el país

La ENEFSPCC se origina en el marco de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en el año 2010, considerando los compromisos adquiridos como país en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), lo cual permitió la generación del interés por fortalecer capacidades relacionados con la variabilidad y el cambio climático del país. El fortalecimiento de la ENEFSPCC no es únicamente un requisito de política pública, sino un pilar fundamental para garantizar la transformación cultural y social que exige la acción climática en Colombia.

Para el desarrollo de la ENEFSPCC se aplicó un enfoque participativo, en el cual se convocaron diferentes actores como entidades del gobierno, organizaciones de la sociedad civil, la academia, los medios de comunicación y el sector empresarial, quienes finalmente conformaron la Mesa Nacional del Artículo 6 de la CMNUCC.

Para el presente apartado, se desarrollaron cuatro fases para un análisis estratégico, a partir de los hallazgos de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

- Fase 1. Revisión documental y análisis preliminar: revisión del contexto y antecedentes; identificación de avances del plan de acción y mapeo de actores estratégicos.
- Fase 2. Recolección de información primaria: diseño y aplicación de instrumentos de recolección de información.
- Fase 3. Análisis de brechas y construcción de hallazgos: identificación de brechas institucionales y elaboración de recomendaciones estratégicas.
- Fase 4. Presentación de resultados: priorizar acciones estratégicas a corto, mediano y largo plazo, incluyendo un plan de acción e indicadores.

En este capítulo de la 4CNCC – 2BTR se recogen acciones desarrolladas en el país, mientras que a continuación se presentan las principales conclusiones frente a la implementación de la ENEFSPCC como instrumento de política pública:

Inclusión de la educación, formación y sensibilización en la política de cambio climático:

En los más de 15 años de vigencia de la ENEFSPCC, la política de cambio climático en el país ha avanzado significativamente, a través de la formulación de leyes y marcos normativos, la Política Nacional de Cambio Climático, las 3 NDC y la E2050. Estos instrumentos han incluido la educación, formación y sensibilización como parte de los medios de implementación o ejes transversales, y como una medida relacionada con la materialización de los enfoques diferenciales, de género, étnico y territorial. Igualmente, a nivel internacional se ha tenido la adopción del Acuerdo de París, el Programa de Trabajo de Glasgow y el Acuerdo de Escazú.

Sin embargo, los instrumentos normativos, compromisos, metas y política pública no han fortalecido de forma determinante la implementación de la ENEFSPCC ni el rol transversal de la Acción para el Empoderamiento Climático en la gestión del cambio climático.

Desarrollo de acciones en Acción para el Empoderamiento Climático con poca coordinación institucional y territorial:

Diversos actores institucionales y territoriales reportan el desarrollo de acciones en los elementos que componen la Acción para el Empoderamiento Climático. En la mayoría de los casos, son acciones correspondientes a los elementos considerados de forma aislada, sin adoptar una visión integral o sistemática de la Acción para el Empoderamiento Climático, por lo que no se tiene mucha sinergia que vincule a los elementos mutuamente.

En este sentido, las acciones se desarrollan por su relevancia para la gestión del cambio climático, más que como una implementación de las orientaciones de la ENEFSPCC. Igualmente, se estructuran las acciones en relación con instrumentos de planeación tales como los PIGCCS, PIGCCT, Planes de Gestión Ambiental Regional PGAR o similares. En virtud de lo anterior, más que acciones estratégicas y orientaciones generales sobre Acción para el Empoderamiento Climático, se han tenido implementaciones de aspectos puntuales que no han llevado a la consolidación de una importancia transversal determinante en la gestión integral del cambio climático.

Brechas y necesidades: para un aumento de acciones con impacto estratégico, se han identificado algunas brechas y necesidades en los distintos elementos de la ENEFSPCC, entre las que se resaltan:

- En investigación y generación de conocimiento: en metodologías y materiales pedagógicos, diferenciados y contextualizados; en educación propia, etnoeducación y conservación de conocimientos ancestrales; mayor impulso institucional a los planes de educación en cambio climático.

- En formación y cualificación en cambio climático de formadores y docentes, de personal en las instituciones y comunidades, especialmente en territorios rurales y étnicos.

- En la institucionalización e implementación: mayor coherencia entre las políticas ambientales, particularmente de biodiversidad, territoriales y de los elementos de la ENEFSPCC; coordinación entre instituciones relevantes, principalmente los Ministerios de Ambiente y de Educación; alianzas estratégicas entre diversos actores.

- En la sostenibilidad: capacidades técnicas y financieras de las instituciones; fragmentación de procesos de los PRAEs, PROCEDAs y CIDEAs; poca inclusión en los planes de acción de las entidades.

- En la apropiación del conocimiento: necesidades de fortalecimiento en la transferencia de conocimientos, coordinación institucional – territorial, articulación y sistematización de experiencias significativas de la ENEFSPCC.

- En la participación de actores con un enfoque diferencial e interseccional: en relación con comunidades étnicas y campesinas, mujeres, niñez, adolescencia y juventud, personas con discapacidad, entre otras, en las acciones de la ENEFSPCC.

- En la adopción de políticas de cambio climático por parte de actores del sector educativo, particularmente de las Instituciones de Educación Superior, que requieren mayores capacidades técnicas y humanas para este fin.

Importancia de fortalecer la implementación estratégica de la Acción para el Empoderamiento Climático, la coordinación interinstitucional y los distintos roles de orientación e implementación:

Para movilizar los elementos de la ENEFSPCC, se reconoce la necesidad de fortalecer los mecanismos de coordinación interinstitucional, los instrumentos de planeación tanto nacionales como territoriales, en este caso destacando el rol de los Nodos Regionales de Cambio Climático. En 2010, la formulación de la ENEFSPCC y en su marco estratégico se incluyó una Mesa Nacional del artículo 6 de la CMNUCC (IDEAM et al., 2010), que también tuvo funcionamiento en 2016 en el marco de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM et al., 2017).

Sin embargo, esta Mesa Nacional no tuvo continuidad ni se incluyó como parte de la estructuración del SISCLIMA. Por su parte, las instancias de coordinación del SISCLIMA tienen funciones en Acción para el Empoderamiento Climático, pero esta no ha sido una temática prioritaria y desarrollada en el Sistema, lo que ha implicado que haya poca implementación interinstitucional. Igualmente, se evidencia una pérdida progresiva de relevancia e implementación de la ENEFSPCC como tal.

En los avances en Acción para el Empoderamiento Climático, se identifica la necesidad de diferenciar entre roles que orientan y lideran la política pública de los elementos, de los roles de implementación sectorial o territorial. En algunos casos, se implementan procesos que en sí mismos tienen como objetivo principal el desarrollo de la Acción para el Empoderamiento Climático o alguno de sus elementos (por ejemplo, la inclusión del cambio climático en la educación formal). Mientras que, en otros casos, se implementan acciones desde el carácter transversal de la Acción para el Empoderamiento Climático en el marco de procesos de gestión del cambio climático (por ejemplo, procesos de participación para la implementación territorial de acciones de mitigación y adaptación).

Poco impacto del Plan Estratégico de Acción de la ENEFSPCC y de sus orientaciones generales:

En términos generales, se identifica que la ENEFSPCC tiene poca apropiación, e incluso se podría afirmar más bien un desconocimiento de la Estrategia, con algunas excepciones. La Acción para el Empoderamiento Climático no se reconoce como un pilar transversal y fundamental de la gestión del cambio climático, pero probablemente se aplique más de lo que las mismas entidades reconocen a través de acciones relacionadas con algunos de sus elementos. Por lo tanto, no hay una perspectiva integral de la Acción para el Empoderamiento Climático, sino que se identifican pertinencias de algunos de sus elementos en relación con la misionalidad de cada institución.

Frente al plan de acción establecido en la ENEFSPCC, se identifica que al haberse formulado de forma muy detallada a partir de acciones puntuales por cada público, su diseño de carácter prescriptivo careció del respaldo institucional para su implementación. La rigidez del Plan Estratégico de Acción genera dificultades

frente al propósito de tener orientaciones a mediano plazo, lo que ha resultado en que se han desarrollado un número significativo de acciones que quedan por fuera de lo establecido en 2010. Incluso, la propia normativa y política pública, tanto nacional como internacional, han derivado en modificaciones sustanciales a la base en la que se formuló la ENEFSPCC, como demuestra la estructuración del SISCLIMA, los PIGCCT y PIGCCS, la E2050 y las NDC.

Mayor vinculación de la Acción para el Empoderamiento Climático con la democracia y la justicia climáticas:

El marco normativo y de política pública, tanto nacional como internacional, ha puesto de presente la necesidad de una gestión del cambio climático que sea más incluyente y equitativa. En este sentido, la Acción para el Empoderamiento Climático se orienta a que los distintos actores sociales tengan un mayor rol en la acción climática y a que se fortalezcan enfoques diferenciales e interseccionales, étnico, intergeneracional y de género.

A pesar de este reconocimiento, no necesariamente se ha traducido en acciones específicas o mediciones frente a estos enfoques, por lo que aún persiste una necesidad para llevarlos de la consideración teórica a la implementación práctica. Por lo tanto, persiste una necesidad de darle a la Acción para el Empoderamiento Climático un impacto mayor frente a la superación de discriminaciones y vulnerabilidades históricas.

Necesidad de fortalecer el monitoreo y seguimiento de la Acción para el Empoderamiento Climático:

Para una toma de decisiones basada en datos sobre la Acción para el Empoderamiento Climático, se requiere una mayor coordinación y coherencia en la información interinstitucional y territorial al respecto. Incluso, la recolección de información demuestra que en muchos casos las propias entidades no valoran ni reconocen aquellos avances que han tenido en Acción para el Empoderamiento Climático.

6.2.3. Seguimiento a los avances de las metas de la Contribución Nacionalmente Determinada correspondiente a los medios de implementación de Educación, formación y sensibilización

La educación, la formación y la sensibilización constituyen medios de implementación fundamentales para fortalecer la acción climática y promover transformaciones sociales orientadas al desarrollo resiliente y bajo en carbono. En este contexto, las NDC de Colombia han incorporado metas específicas

orientadas a fortalecer las capacidades institucionales y ciudadanas, fomentar la participación informada y promover la integración del cambio climático en los procesos educativos y de gestión pública. La presente sección analiza los avances alcanzados en la implementación de estas metas, destacando los principales resultados obtenidos en el marco de la NDC 2.0 y las nuevas apuestas planteadas en la NDC 3.0, con énfasis en la consolidación de la Acción para el Empoderamiento Climático como eje estratégico para fortalecer la gobernanza climática, la generación de conocimiento y la participación de diversos actores en la construcción de respuestas frente al cambio climático.

6.2.3.1. Metas NDC 2.0 (2020) - Medios de Implementación

Meta: Actualizar a 2030 la Política Nacional de Educación Ambiental para resignificarla y evidenciar en ella la importancia y premura del abordaje en todos los niveles de la educación del cambio climático, de acuerdo con el contexto nacional, regional y local, desde los enfoques de derechos humanos, intergeneracional, diferencial, étnico y de género.

La actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental se ha desarrollado de forma conjunta entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Educación Nacional, en una ruta participativa con 4 etapas: a) Prealistamiento, (b) Inicio, (c) Formulación y (d) Adopción.

La fase de Prealistamiento, desarrollada en 2023, incluyó la conformación de la mesa técnica interministerial encargada de definir directrices, establecer acuerdos, generar orientaciones y elaborar el plan de trabajo específico para el proceso de actualización de la Política. Igualmente, se establecieron mesas de trabajo al interior de cada Ministerio.

La fase de Inicio, desarrollada en 2024, se fundamentó en criterios que garantizaron una perspectiva multiactor y territorial. Esta fase incluyó la Feria Internacional de Medio Ambiente (FIMA) y, de manera destacada, se desarrollaron 23 Encuentros territoriales de Poder Pedagógico Popular y la Cumbre Nacional de Educación Ambiental, lo que permitió la recolección de insumos diagnósticos para la actualización.

Por su parte, en la fase de Formulación, desarrollada entre 2024 y 2026, se elaboró la propuesta del documento semilla para la actualización. El documento se sometió a discusión en diversos espacios participativos, dentro de los que se destaca la realización de nueve Encuentros Regionales y seis Cumbres Territoriales de Paz con la Naturaleza. Los aportes recopilados en estos escenarios fueron fundamentales para consolidar el documento semilla, que fue objeto de consulta ciudadana entre el 7 de diciembre de 2024 y el 31 de enero de 2025, así como una mesa de personas expertas en febrero de 2025.

La actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA) ha asumido este compromiso mediante un enfoque territorial, diferencial e interseccional. El análisis se sustenta en la revisión articulada del Informe de Resultados del Proceso de Participación de la Actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA), (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2026) y del documento Consideraciones para la actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental,(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) y Ministerio de Educación Nacional, 2026). Estos insumos permiten identificar los avances en la incorporación del enfoque de género e interseccional, así como las brechas estructurales y los desafíos que persisten para su implementación efectiva a lo largo del ciclo de la política.

En este marco, la actualización de la PNEA incorporó el enfoque de género e interseccional como un principio transversal, que orientó tanto el diseño del proceso participativo como los contenidos sustantivos de la política. De acuerdo con el Informe de Resultados del Proceso de Participación, la participación fue concebida como un ejercicio de co-construcción, con un enfoque territorial, diferencial e interseccional, superando esquemas tradicionales centrados en la socialización unidireccional de información(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2026). Este enfoque permitió visibilizar desigualdades estructurales asociadas a relaciones patriarcales de poder, brechas étnico-raciales y territoriales, desigualdades epistémicas que subordinan los saberes locales y ancestrales, así como dinámicas adultocéntricas y socioeconómicas que limitan el acceso diferencial a la educación ambiental y a la participación. Asimismo, posibilitó reconocer múltiples formas de exclusión que atraviesan a mujeres, comunidades étnicas, diversidades sexuales, infancias y juventudes, expresadas en barreras para su incidencia en la toma de decisiones, la invisibilización de sus conocimientos, la discriminación por orientación sexual e identidad de género, la marginación territorial y la escasa inclusión de sus voces en los procesos educativos y de gobernanza ambiental, fortaleciendo con ello la apropiación social de la política y los mecanismos de control ciudadano.

Un resultado relevante de este diseño metodológico fue la ampliación deliberada del universo de actores convocados, priorizando la inclusión de colectivos históricamente subrepresentados en la formulación de política pública. En este sentido, el proceso logró vincular progresivamente a mujeres, pueblos indígenas, comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, comunidades campesinas, personas con orientaciones sexuales e identidades de género diversas (OSIGED/LGBTIQ+), así como a infancias, niñeces y juventudes(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2026).

El Informe de resultados documenta la participación de más de 12.000 personas en 92 encuentros, identificando representación por género y tipo de actor, lo que permitió evidenciar brechas y orientar ajustes metodológicos para garantizar una participación más equitativa.

Como aprendizaje central, la incorporación del enfoque de género e interseccional trasciende el plano declarativo y exige transformaciones institucionales sostenidas, tanto en los mecanismos de participación como en los sistemas de seguimiento y evaluación. En este sentido, se identifica como reto pendiente la necesidad de desarrollar indicadores que permitan monitorear de manera sistemática los avances en equidad de género e inclusión, y de fortalecer capacidades institucionales para garantizar la implementación efectiva de estos enfoques en los territorios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Ministerio de Educación Nacional, 2026a) En conjunto, la actualización de la PNEA demuestra avances consistentes en la integración del enfoque de género e interseccional, tanto a nivel metodológico como programático.

Adicionalmente, en el marco de esta actualización, se reconoce que las Instituciones de educación Superior (IES) no son únicamente escenarios de formación profesional, sino que también, son actores estratégicos para la gobernanza ambiental y el desarrollo sostenible, acogiendo algunas de las orientaciones internacionales, como por ejemplo , la orientación de la UNESCO (2020), que plantea que las universidades deben convertirse en agentes de cambio capaces de liderar transformaciones sociales, institucionales y territoriales frente a la crisis climática, la pérdida de biodiversidad y las crecientes desigualdades socioambientales.

Bajo este contexto, las Instituciones de Educación Superior (IES) desempeñaran un papel fundamental en la implementación de la Educación Climática y de la Acción para el Empoderamiento Climático (AEC), su importancia radica en la capacidad para generar y trasmitir conocimiento científico, formar profesionales y ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad, promover la investigación aplicada, facilitar la innovación necesaria para enfrentar los desafíos climáticos y convertirse en ejemplo de gestión desde la acción de sus campus. Asimismo, las IES serán espacios estratégicos para el fortalecimiento de la conciencia pública, el acceso a la información, la participación ciudadana y la cooperación interinstitucional, elementos centrales de la AEC; a través de sus funciones de docencia, investigación y extensión, promoverán el desarrollo de capacidades individuales y colectivas que favorecen la transición hacia sociedades más resilientes, bajas en carbono y alineadas con los objetivos globales de mitigación y adaptación al cambio climático y las metas de contribuciones nacionalmente determinadas en el marco del acuerdo de París.

La Política Nacional de Educación Ambiental fue aprobada por el Comité de Gerencia de Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible el 10 de abril de 2026 y presentada al país en el evento de lanzamiento realizado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas sede Vivero de la ciudad de Bogotá D.C el 10 de Junio de 2026.

Actualmente se están desarrollando mesas de trabajo interministeriales de ajustes y consolidación al documento de actualización de la Política, para dar trámite a la fase de Aprobación el primer semestre de 2026. La actualización propone ampliar y fortalecer las estrategias de educación ambiental de modo que, en la educación formal, informal, para el trabajo y el desarrollo humano, así como en la educación comunitaria y popular, se promuevan procesos educativos que permitan la comprensión de la complejidad y los problemas ambientales, sus causas, efectos y alternativas de solución. Ello en armonía con la lectura de contexto y la autonomía de las instituciones educativas, entidades estatales, organizaciones y comunidades territoriales, y a través de la incorporación de los enfoques de derechos humanos y de la naturaleza, territorial, género y sus diversidades, intergeneracional, diferencial e interseccional e institucional-sectorial.

Todo esto con el propósito de promover la participación ciudadana y la formación de personas y colectividades con capacidades de comprender, tomar decisiones pertinentes y enfrentar adecuadamente los desafíos de la crisis climática.

Meta: Incorporar a 2030 el cambio climático en la educación formal (preescolar, básica primaria y secundaria, media y superior) y en la educación para el trabajo y el desarrollo humano, en el marco de la autonomía institucional, como componente esencial para promover una transición justa, desde los enfoques en derechos humanos, intergeneracional, diferencial, étnico y de género.

La definición de la dimensión ambiental como parte esencial de la formación integral, promueve la superación del antropocentrismo en las relaciones con la naturaleza y favorece el tránsito hacia aproximaciones y visiones ecocéntricas y biocéntricas desde la escuela y los procesos curriculares. En consecuencia, el cuidado, protección y conservación de la naturaleza no obedece a propósitos utilitaristas, es decir, orientados solo al aprovechamiento humano, sino que conlleva concebirla y tratarla como sujeto de derechos y sistema vivo del cual somos parte constitutiva, tal como se reconoce en la jurisprudencia colombiana. Esta dimensión tiene como propósito fortalecer la cultura ambiental, promoviendo reflexiones, imaginarios, prácticas, estilos de vida e interacciones responsables con la naturaleza, desde procesos educativos que conecten la escuela con los desafíos que plantea la crisis ambiental local, regional, nacional y global, en la que se incluyen los riesgos asociados a la crisis climática.

El Ministerio de Educación Nacional ha realizado los siguientes procesos, en el marco de la autonomía curricular e institucional del sistema educativo colombiano y la Política Nacional de Educación Ambiental:

- Encuentros participativos para la construcción de los lineamientos curriculares de formación integral.

- Sistematización de los encuentros regionales de formación integral, llevados a cabo en los diversos territorios del país.
- Construcción colectiva de los lineamientos curriculares de Formación Integral, en convenio con la Universidad de Antioquia.
- Actualización curricular del área de Ciencias Sociales, Historia, Geografía, Constitución Política y Democracia.
- Construcción del marco de referencia para la prueba CRESE - Educación para la Ciudadanía, la Reconciliación, la Socioemocional, la Antirracista y para el Cambio Climático- 5.° y 9. °: Eje ambiental y para la acción climática.
- Estrategia que integración del cambio climático para la resignificación de los Proyectos Educativos Ambiental (PRAE), en trayectoria educativa, con la cual se orientó a funcionarios de las secretarías de educación certificadas, así como directivos docentes, docentes líderes de los PRAE y de preescolar.
- Desarrollo de talleres orientadores a los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEAS), con el objetivo de brindar un marco conceptual para la compresión e integración del cambio climático en las Políticas y/o Planes de Educación ambiental departamentales y/o municipales.

Meta: Integrar en las políticas de cambio climático, en sus instrumentos y en la normatividad, procesos de formación, capacitación y sensibilización con enfoque de derechos humanos, diferencial, de género e intergeneracional.

En la implementación de esta meta, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), con recursos del Programa EUROCLIMA+ de la Unión Europea, ejecutados por la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP), construyó la Primera Propuesta de Actualización de la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático ENEFSPCC denominada Estrategia de Empoderamiento Climático: Democracia, Cultura y Justicia Climática.

La propuesta técnica de actualización de la ENEFSPCC se desarrolló con un proceso participativo, interinstitucional e intersectorial con la participación de entidades como: Ministerio de Educación Nacional, Secretarías de educación, instituciones educativas, instituciones de educación superior, autoridades ambientales y ministerios sectoriales.

Meta: Definir e implementar a 2025, estrategias en los Planes Integrales de Gestión de Cambio Climático Territoriales y Sectoriales para integrar procesos de formación, capacitación y sensibilización, con enfoque en derechos humanos, intergeneracional, diferencial, étnico y de género.

En desarrollo de esta meta, con el Nodo Regional de Cambio Climático Centro Oriente Andino se realizó un fortalecimiento de capacidades en el marco de la implementación de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales – PIGCCT. El proceso se desarrolló en el año 2025, de forma conjunta entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y 15 entidades del NRCC: Gobernaciones de Boyacá, Huila y Cundinamarca; Secretaría Distrital de Ambiente; CORPOCHIVOR; PORPOBOYACA; CAR; CORPOGUAVIO; CORPORINOQUIA; CAM; CORTOLIMA, Parques Nacionales Naturales Colombia; IDEAM; Instituto Humboldt; Región Administrativa y de Planificación Especial RAP-E Región Central.

Este fortalecimiento de capacidades impulsó la implementación de la NDC a nivel territorial y una mayor inclusión de la educación ambiental. A través del fortalecimiento de capacidades se logró:

- Afianzar los procesos de territorialización e implementación de las metas de la Contribución Determinada a Nivel Nacional NDC (por sus siglas en inglés) y la identificación de estrategias para la optimización de dicha implementación por los diferentes actores territoriales de la jurisdicción del nodo.
- Socializar directrices acerca de la implementación efectiva de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales PIGCCT y resolver dudas de las diferentes instituciones que hacer parte del nodo respecto a su actualización.
- Reconocer lecciones aprendidas de diferentes instituciones del nodo en la implementación y reporte de avances de las medidas y/o metas de la NDC 2020 2.0 y la implementación de los PIGCCT. Profundizar en el conocimiento del componente de Educación, Formación y Sensibilización de los Medios de Implementación.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible documentó las guías para la formulación y actualización de los PIGCCT y PIGCCS en las cuales se integraron lineamientos en educación, formación y sensibilización. Se adoptó la Resolución 849 de 2022 por la cual se establece la Guía para la formulación e implementación de los PIGCCT (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022b).

La documentación de estas guías se desarrolló con la participación de diferentes entidades como: Entidades que hacen parte de los nodos regionales de cambio climático (gobernaciones, autoridades ambientales, universidades, consejos territoriales de gestión del riesgo de desastre) para el caso de la Guía PIGCCT; ministerios sectoriales (Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Transporte); Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, Departamento Nacional de Planeación DNP, entre otros para la guía PIGCCS.

Meta: Diseñar e implementar estrategias pedagógicas en el marco de la Escuela Nacional de Formación Ambiental -SAVIA-para sensibilizar y formar a la ciudadanía sobre las causas y las consecuencias del cambio climático, fortaleciendo las competencias ciudadanas para la participación efectiva en la acción por el clima.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estructuró e implementó la Escuela Nacional de Formación Ambiental - SAVIA entre los años 2021 y 2022, con el fin de impulsar estrategias para la formación, sensibilización, promoción y divulgación de la cultura ambiental, la construcción de contenido, la apropiación del conocimiento y la acción climática. A continuación, se describen las actividades desarrolladas:

- Procesos de Formación Conjuntos: Se desarrollaron cerca de 6000 talleres, cursos y diplomados, en los que participaron representantes de diferentes entidades públicas y privadas, promoviendo el intercambio de conocimientos y saberes sobre gestión ambiental, cambio climático, acción climática, Políticas Públicas, restauración ecológica, mercados verdes y biocomercio, áreas protegidas y biodiversidad.
- Eventos de Difusión y Sensibilización: Se realizaron encuentros y ferias ambientales en diferentes ciudades como Montería, Leticia, Rionegro, Manizales, San Andrés, Barrancabermeja, Armenia, Yopal, Villavicencio y Valledupar; Los más importantes fueron la Alfombra Verde y el Encuentro de Jóvenes, en colaboración con entidades locales y nacionales, donde se presentó la oferta formativa de SAVIA. Estos eventos fomentaron la participación de la comunidad y el intercambio de saberes y conocimiento.
- Plataforma de Comunicación Interinstitucional: Se estableció un canal de comunicación digital entre las entidades para facilitar la difusión de información, coordinar actividades y compartir recursos educativos. Esto permitió una respuesta ágil a las necesidades y propuestas de formación de las comunidades.
- Proyectos de Restauración y Conservación: Se impulsaron iniciativas de restauración en conjunto con entidades locales y organizaciones no gubernamentales, como el taller de restauración en la sabana de Bogotá, que integró conocimientos científicos y prácticas comunitarias.

Teniendo en cuenta que la Escuela Ambiental SAVIA culminó en el año 2022, pero la Meta NDC 2.0 (2020), debe seguir cumpliéndose y reportándose hasta el año 2030, desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se ha fomentado la implementación de estrategias de educación ambiental en las ecorregiones del país. Su cumplimiento ha sido resultado de un esfuerzo conjunto entre esta cartera y las entidades que integran el SINA. A continuación, se menciona cada una de ellas:

- Plan de sensibilización diseñado en temas de restauración de humedales en la Mojana. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – PNUD.
- Escuela de Selva. Programa Visión Amazonía.
- Escuela de Liderazgo Socioambiental del Atrato. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP).
- Red de redes. Sabana de Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Escuela de Páramos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Escuelas Azules. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR.
- Fortalecimiento de Capacidades para la Gestión Integral de Páramos- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Red de Monitoreo Comunitario de Bosques (SMByC). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM.
- Escuela Agroambiental, Restauración y Liderazgo Comunitario. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI.
- Escuela Mapiripán Implementación NDF- Reducción deforestación. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI.
- Escuela Renta Joven y Paz con la Naturaleza. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- Prosperidad Social.
- Escuela de Gobernanza Ambiental Étnica. La Guajira. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales- ANLA.
- Vos y Acción Ambiental: Liderazgos para el monitoreo crítico comunitario. Bogotá. Grupo Guillermo Fergusson.
- Escuela de Formación Ambiental Propia del Cabildo del Resguardo Indígena Mhuysqachuta Fa Aba Los Hijos del Maíz.
- Lineamientos para la creación de la Escuela de Gobernanza Ambiental Raizal. Fundación Colombia Infantil- COINF.
- Escuela Ambiental Itinerante: Recuperadores de la Madre Tierra. Asociación de Cabildos Indígenas ARIT.
- Educación Ambiental con Acciones Resilientes para la Conservación de Ecosistemas en Zona Rural del Municipio de Ginebra, Valle del Cauca. Fundación para el Desarrollo del Ser- FUNDASER.
- Plan de Acción de Mujer y Ambiente con Enfoque Regional- Minambiente- Fundación Afro Veinte – AFRO XX.
- Escuela virtual- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Servicio Social para la Paz

El avance reportado se alinea con el Programa Nacional de Educación Ambiental, fortaleciendo saberes tradicionales y promoviendo nodos de innovación en 13 territorios priorizados.

En el primer semestre de 2025 se implementaron dos (2) estrategias pedagógicas de educación ambiental (40% avance):

- La Escuela de Selva para la Vida en Amazonía: incluye seis líneas pedagógicas y un diplomado con participación de 1.000 jóvenes. Aborda el manejo forestal, planificación territorial y proyectos productivos en 4 Departamentos y 14 Municipios. También se entregaron 1.000 tablets y se activó el canal de WhatsApp "Amazonía Informada".
- La Escuela de Liderazgo Ambiental del Atrato en Chocó, con enfoque biocultural y basadas en la participación para la acción climática: realizó 10 encuentros en los 10 municipios accionados con la T622, con 800 participantes, promoviendo liderazgo ambiental desde un enfoque biocultural.

Aunque se reportaron avances parciales por limitaciones logísticas, de acceso y presupuesto en diversos territorios, las estrategias tuvieron alta acogida, lo que permite proyectar mejoras en los próximos periodos. El avance reportado se alinea con el Programa Nacional de Educación Ambiental, fortaleciendo saberes tradicionales y promoviendo nodos de innovación en 13 territorios priorizados. Se fortalecen capacidades locales y la participación en acciones por el clima.

6.2.3.2. NDC 3.0 Medios de implementación

La NDC 3.0 reconoce los elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático como medios de implementación fundamentales para la acción climática. A través de la ENEFSPCC, ahora llamada Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático (ENACE) se propone fortalecer la cultura climática del país mediante el acceso a información climática, el desarrollo de capacidades científicas, técnicas y sociales, la participación pública, la articulación de actores e iniciativas, y la integración de conocimientos científicos con saberes locales y ancestrales, con el fin de promover transformaciones sociales orientadas a la mitigación, adaptación y resiliencia frente al cambio climático.

Dicho esto, la NDC 3.0 concibe el fortalecimiento de capacidades como un proceso transversal que debe contribuir a la transformación social requerida para enfrentar el cambio climático. En este sentido, las medidas propuestas en el marco de los medios de implementación se articulan alrededor de cuatro grandes ejes estratégicos: educación climática, generación de conocimiento, fortalecimiento institucional y transición justa.

1. Educación climática

La NDC propone avanzar hacia una educación climática presente en todos los niveles educativos y en diferentes espacios de aprendizaje formal, no formal e informal. Esto implica que el cambio climático deje de abordarse únicamente como un tema ambiental y se incorpore en procesos educativos relacionados con el desarrollo territorial, la producción sostenible, la gestión del riesgo, la biodiversidad y la justicia climática.

Desde una perspectiva de implementación, esta medida reconoce la necesidad de fortalecer la ENEFSPCC, ahora llamada ENACE como principal instrumento orientador de la educación, formación y sensibilización en cambio climático, promoviendo una mayor articulación con la Política Nacional de Educación Ambiental, el Acuerdo de Escazú y el Programa de Trabajo ACE de Glasgow.

2. Generación de conocimiento

Un elemento innovador de la NDC 3.0 es la apuesta por fortalecer el capital humano especializado en cambio climático. Se plantea la formación de profesionales con capacidades avanzadas en investigación, modelación climática, evaluación de impactos, adaptación y desarrollo de soluciones tecnológicas y basadas en la naturaleza.

Además, la NDC reconoce la necesidad de integrar el conocimiento científico con los saberes locales, ancestrales y comunitarios, promoviendo una producción de conocimiento más pertinente para los territorios y útil para la toma de decisiones. Este enfoque resulta especialmente relevante para territorios rurales, pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes y actores locales que históricamente han sido excluidos de los procesos de generación de conocimiento.

3. Fortalecimiento institucional

Las medidas enfocadas al fortalecimiento de capacidades también buscan mejorar las competencias de las instituciones nacionales y territoriales responsables de implementar la acción climática. La NDC reconoce que existen brechas importantes en capacidades técnicas, coordinación institucional, gestión de información y apropiación del conocimiento climático, por lo cual se propone fortalecer las capacidades de entidades sectoriales y territoriales, mejorar la articulación entre actores del SISCLIMA, incrementar el acceso a información climática para tomadores de decisiones, desarrollar capacidades para la gestión del conocimiento y la transparencia climática y la gestión de información y apropiación del conocimiento climático.

4. Transición justa

La NDC introduce de manera explícita la necesidad de desarrollar capacidades para la transición justa de la fuerza laboral. Esto implica formar talento humano para nuevos empleos verdes, reconvertir trabajadores de sectores intensivos en carbono y fortalecer competencias asociadas a economías bajas en emisiones y resilientes al clima.

Teniendo en cuenta lo anterior, el análisis comparativo entre las medidas de medios de implementación de la NDC 2020 y la NDC 3.0 deja en evidencia importantes continuidades y avances en materia de fortalecimiento de capacidades, educación, formación y sensibilización. En ambos instrumentos se reconoce que el desarrollo de capacidades institucionales, sectoriales y territoriales constituye una condición habilitante para la implementación efectiva de la acción climática, promoviendo procesos de fortalecimiento técnico, generación de conocimiento, participación de múltiples actores y apropiación social de la información climática. Asimismo, las dos NDC destacan la importancia de la sensibilización y la participación pública como mecanismos para fortalecer la gobernanza climática y fomentar la corresponsabilidad de la ciudadanía frente al cambio climático.

Sin embargo, la NDC 3.0 amplía significativamente el alcance de estos componentes al incorporar una visión más integral y transformadora del fomento de capacidades, vinculándolo explícitamente con la Acción para el Empoderamiento Climático, la transición justa, la educación climática en todos los niveles, la formación de talento humano especializado, el fortalecimiento de capacidades para la transparencia climática y la articulación entre conocimiento científico, saberes locales y toma de decisiones. Mientras la NDC de 2020 abordó principalmente el fortalecimiento de capacidades como un medio para apoyar la implementación de políticas y acciones climáticas, la NDC 3.0 lo posiciona como un elemento estratégico para impulsar cambios estructurales en la sociedad, consolidar capacidades institucionales permanentes y promover una transformación cultural orientada hacia un desarrollo resiliente, bajo en emisiones y socialmente inclusivo.

6.2.3.3. E2050 – Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia

La E2050 establece una visión para mitad del siglo de “un país resiliente al clima, que prioriza el bienestar humano, la conservación de la biodiversidad y la seguridad hídrica. Tendrá una economía competitiva, circular y carbono neutral. También, regiones, sectores e instituciones con amplias capacidades para la adaptación al cambio climático, alcanzadas a partir de transformaciones sostenibles promovidas a través de un actuar ético, del conocimiento, la innovación, la inclusión social multicultural, la seguridad alimentaria y el fortalecimiento de la gobernanza territorial” (Gobierno de Colombia et al., 2021).

En el desarrollo de esta visión, la E2050 involucra los elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático en diversos aspectos de la estrategia, aun cuando no acoge el concepto de forma integral. En este sentido, en primer lugar, se analiza la inclusión de la Acción para el Empoderamiento Climático en las apuestas de la E2050, estructuradas así para abordar la enorme incertidumbre y complejidad que implica la proyección al largo plazo. A continuación, se describen aquellos aspectos incluidos en las 9 apuestas de la E2050 que se relacionan con la Acción para el Empoderamiento Climático:

Apuesta 1: Conocimiento y gobernanza climática

- Educación, formación y sensibilización en cambio climático que promueva inclusión social, reconciliación e igualdad de género.
- Aumento en el conocimiento para apoyar la gestión del riesgo por cambio climático y reducir los daños y pérdidas.
- Empoderamiento y gobernanza social participativa para la gestión integral del cambio climático, con enfoque de género.

Apuesta 2: Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

- Transición socioecológica hacia paisajes culturales multifuncionales, reducir degradación de ecosistemas y aumentar la conectividad ecológica.

Apuesta 3: Producción y consumo sostenibles

- Estilos de vida sostenibles integrados a las decisiones y bienes de consumo.

Apuesta 4: Transición justa de la fuerza laboral

- Adaptar la oferta educativa y la formación para el empleo.

Adicionalmente, en los medios de implementación se incluyó el componente de educación, ciencia, tecnología e innovación. Como parte de este componente se estableció el impulso en toda la comunidad educativa de la construcción de una visión holística en torno a la comprensión de la naturaleza a partir del conocimiento científico, multicultural y tradicional. Igualmente, señala que la educación y la ciencia, tecnología e innovación, serán las grandes dinamizadoras del cambio de mentalidad, el desarrollo de capacidades individuales y colectivas y la transformación cultural, social, política y económica del país.

En consideración a lo anterior, es necesario que la implementación de la Acción para el Empoderamiento Climático y sus elementos, así como los compromisos que se vayan desarrollando en las actualizaciones sucesivas de la NDC, se orienten por la visión y los desarrollos establecidos en la E2050.

6.2.4. Análisis de la implementación de los elementos de la AEC en el marco de los ejes estratégicos de la Estrategia Nacional de Acción para el Empoderamiento Climático ENAEC

Hacia la democratización del conocimiento y de la toma de decisiones en cambio climático:

Los avances identificados en la 4CNCC – 2BTR resaltan la incorporación de procesos de participación pública y de acceso público a la información en la gestión del cambio climático, aunque con acciones atomizadas y poco interconectadas. Al respecto, se destacan los siguientes aspectos:

- Inclusión de procesos participativos en la formulación de las metas y compromisos a mediano y largo plazo del país ante la CMNUCC y el acuerdo de París, recogidos en las NDC (2015, 2020 y 2025) y la E2050 (2021). Igualmente, la participación pública es un pilar en la actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental, en implementación de una meta de la NDC 2.0. Esto ha permitido que estos instrumentos estratégicos sobre cambio climático y educación ambiental se construyan con la integración de una diversidad de voces y de realidades territoriales.
- La ratificación del Acuerdo de Escazú en 2024 resalta la necesidad de profundizar la democracia ambiental, mediante el fortalecimiento de los mecanismos de participación pública y acceso público a la información. Este carácter de garantía de derechos asociados al ambiente sano, llevado como un elemento transversal de la gestión
- El entendimiento del cambio climático se traduce en la necesidad de promover una Acción para el Empoderamiento Climática intersectorial y de todos los niveles territoriales, coordinada y coherente. Para la implementación del Acuerdo, se está desarrollando una hoja de ruta con escenarios participativos para identificar y adoptar las transformaciones necesarias.
- La participación pública se desarrolla como un medio para la materialización de la justicia climática, en relación con los enfoques diferencial e interseccional, de género, étnico e intergeneracional. Ejemplo de ello es que se incluya la participación como un eje del Plan de Acción de Mujer y Ambiente y el Plan de Acción de Género y Cambio Climático, lo que resalta la necesidad de incluir a la sociedad desde su diversidad en la toma de decisiones.
- Ante las dinámicas territoriales, se ha identificado que, para la gestión de conflictos socioambientales asociados con el cambio climático, el acceso público a la información y la participación pública de todos los actores relevantes se convierte en elementos fundamentales. En este sentido, procesos como el Mapa de Conflictos Socioambientales de la Amazonía

Colombiana han permitido visibilizar la necesidad de profundizar en la Acción para el Empoderamiento Climático.

- La formulación participativa de instrumentos de gestión del cambio climático ha llevado a una mayor inclusión y legitimidad de los procesos de adopción, como es el caso del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del Sector Minero Energético - PIGCCme, así como la actualización de instrumentos del licenciamiento ambiental para la inclusión del cambio climático por parte de la ANLA.
- Dentro de los mecanismos de acceso público a la información, destaca la búsqueda de democratizar el conocimiento científico, especialmente a través de micrositios y herramientas digitales. Los institutos de investigación del SINA, la ANLA, Parques Nacionales Naturales, DNP y DIMAR cuentan con herramientas que facilitan la consolidación de información científica sobre cambio climático, así como la aplicación de estrategias de apropiación social del conocimiento para una democratización de la acción climática.

Ante este contexto, se identifican como necesidades el fortalecimiento del acceso público a la información y la participación pública, desde una perspectiva de garantía de derechos, apunta a su transversalización en la gestión del cambio climático. Esto implica una mayor inclusión en los instrumentos normativos y de política pública, así como la implementación de instancias, mecanismos y herramientas que contribuyan a la democracia y la justicia climática.

Formación de capacidades hacia una sociedad del conocimiento:

La educación, formación y sensibilización en cambio climático se han consolidado como elementos para una formación de capacidades de diversos actores, con el propósito de fortalecer su participación en la acción climática. Ante el incremento de la atención al cambio climático y su posicionamiento en la agenda pública, los propios actores sociales han fortalecido mecanismos de educación, formación y sensibilización. Aun cuando sea necesario fortalecer los mecanismos de formación de capacidades, se destaca el desarrollo incremental desde un punto de vista estratégico, complejo e integral de la educación, formación y sensibilización en cambio climático:

- En el marco de la Política Nacional de Educación Ambiental - PNEA, una política recientemente actualizada que reconoce y potencia lo implementado en los últimos 20 años de trabajo en el reconocimiento de los actores sociales, la educación en cambio climático se sitúa en el enfoque complejo de la educación ambiental. En este sentido, se incluye el cambio climático en las estrategias intersectoriales y participativas de la PNEA, en la educación formal, para el trabajo y el desarrollo humano y la educación informal. Al respecto, se destacan como instrumentos los Proyectos Ambientales Escolares - PRAE, la incorporación del cambio

climático por parte de las Instituciones de Educación Superior y el desarrollo de procesos comunitarios que reconocen los saberes de comunidades étnicas y campesinas.

- La educación en cambio climático se desarrolla con el liderazgo conjunto de los Ministerios de Ambiente y de Educación, así como los actores institucionales del sistema educativo y el Sistema Nacional Ambiental – SINA. Las metas y compromisos a mediano y largo plazo han destacado esta intersectorialidad, con el reto de fortalecer una articulación interinstitucional que se traduzca en procesos territoriales implementados por una red de actores sociales.
- Los institutos de investigación del SINA han realizado procesos de educación formal en cambio climático y ciencia, en el sentido de una apropiación social del conocimiento científico. Para ello, se han aliado con el sector educativo en sus distintos niveles, tanto con escuelas como con Instituciones de Educación Superior. Igualmente, los institutos han adoptado estrategias dirigidas a las entidades del SINA e instancias del SISCLIMA, con la perspectiva de un fortalecimiento de capacidades del sector que permita la utilización de la información científica en la toma de decisiones.
- Se destaca el desarrollo de procesos estratégicos e integrales, como la Escuela de Formación Ambiental – SAVIA, el Programa Nacional de Educación Ambiental y el Programa de Fortalecimiento de Capacidades para la Integración del Enfoque de Género en la Gestión del Cambio Climático. Estos procesos destacan la capacidad de movilizar la acción climática desde la educación, formación y sensibilización, como mecanismos de empoderamiento de actores sociales y de la intersectorialidad.

Si bien hay una red amplia de procesos de educación, formación y sensibilización, hay una ausencia de mecanismos integrales, oportunos y efectivos para la recolección de información. Como consecuencia, existen estrategias y políticas públicas dirigidas con una visión sistémica, pero de las cuales no se tiene una determinación clara del alcance de sus impactos, lo que dificulta la toma de decisiones al respecto.

Acciones de Empoderamiento Climático a Nivel Territorial:

En el ámbito territorial, se destaca principalmente la implementación de procesos de educación, en el marco de la Política Nacional de Educación Ambiental, principalmente a través del instrumento de los PRAE. En menor medida, se relacionan otras estrategias e instrumentos de la educación ambiental, como son los CIDEA, PROCEDA y PRAU. En una medida más limitada, se reportan procesos de participación pública y de acceso público a la información, lo que supone que debe visibilizarse la necesidad de fortalecer estos elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático a nivel territorial.

Dentro de los procesos identificados, se destacan las siguientes particularidades:

- La Secretaría de Educación de Bogotá reporta la articulación con la Política Pública Distrital de Acción Climática, desde una perspectiva transversal e intersectorial.
- La Secretaría de Educación de Antioquia menciona el enfoque integral de Acción para el Empoderamiento Climático, la relación con el Plan Integral de Cambio Climático de Antioquia, la Política de Educación Ambiental de Antioquia, el enfoque de derechos humanos, intergeneracional y de género.
- La CVC relaciona un proyecto de cambio climático dirigido a actores privados, que incluye como un componente clave la formación en aspectos técnicos.
- La Secretaría de Educación Municipal de Popayán relaciona procesos de cambio climático con el Plan de Educación Rural y el avance del Plan de Educación Ambiental Municipal, actualmente en formulación.
- La Secretaría de Educación de Norte de Santander señala la inclusión del cambio climático en los PRAE, PROCEDA y PRAU, en relación con el Plan Departamental de Educación Ambiental y la articulación con CORPONOR.
- La Secretaría de Educación de San José de Cúcuta menciona la dinamización del Comité de Educación Ambiental Municipal.
- El Área Metropolitana del Valle de Aburrá señala que la Acción para el Empoderamiento Climático se incorpora de forma integral en el Plan de Acción ante el cambio y la variabilidad climática (PAC&VC) del Valle de Aburrá 2019 – 2030

6.3. Fomento a la capacidad (nivel local)

6.3.1. Información sobre la manera en que se están ejecutando a nivel nacional y, cuando sea el caso, a nivel subregional y/o regional las actividades de fomento de la capacidad: Experiencias regionales de Acción para el Empoderamiento Climático.

A través de la implementación de la cartilla “El clima cambió, yo también”, se fortalecen las capacidades de docentes de educación básica para la inclusión del cambio climático a nivel curricular y en el PRAE. La cartilla presenta didácticas que permiten a los maestros adaptarlas al contexto propio de sus territorios y de las instituciones educativas.

Desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se han desarrollado procesos de socialización de los lineamientos contenidos en la cartilla y de formación de formadores a docentes de los niveles de educación preescolar, básica y media, arrojando resultados como la promoción de actividades académicas y proyectos educativos en instituciones educativas, como es el caso en el departamento de Risaralda por parte de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda CARDER con el proyecto Local de Adaptación al Cambio Climático "Conociendo el comportamiento del clima de nuestro departamento Risaralda para la adaptación al cambio climático" en el cual vinculan a diferentes instituciones educativas y los lineamientos de la cartilla "El clima cambió, yo también".

Desde la página web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se han ofrecido los siguientes cursos virtuales de forma gratuita:

Tabla 6-10 Cursos virtuales ofrecidos por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Año	Nombre / objetivo	Público objetivo
2020	Sostenibilidad Territorial: Ordenamiento Territorial, Gestión del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático	133 funcionarios de Gobernaciones, autoridades ambientales, Contraloría, Parques Nacionales Naturales, institutos de investigación, Ministerio y Nodos Regionales de Cambio Climático
2024	Estrategia de comunicación y sensibilización de la E 2050: Comprender la E2050 como una política a largo plazo que orienta las transformaciones sistémicas del país, mediante la exploración de sus conceptos básicos, áreas de acción, estrategias de evaluación y sostenibilidad, con el fin de que sea incorporada a la gestión de entidades locales, regionales, para la construcción de una sociedad carbono neutral y resiliente al clima	Gobernaciones, Alcaldías, Nodos Regionales de cambio climático: 193 participantes. Docentes Instituciones Educativas oficiales, Secretarías de Educación Departamentales y Municipales certificadas: 299 participantes.
2024	Fortalecimiento de la Resiliencia Climática en Asociaciones Campesinas: Estrategias para el Sector Pesquero y Acuícola.	El plan de capacitación alcanzó a 140 participantes, quienes fueron dotados de herramientas y estrategias prácticas para enfrentar los desafíos climáticos en sus territorios. Las sesiones combinaron exposiciones teóricas, estudios de caso y conversatorios interactivos, permitiendo a los asistentes compartir experiencias y adquirir conocimientos aplicables a sus contextos específicos, facilitando un aprendizaje significativo y relevante para las necesidades del sector. La implementación del programa por parte de Minambiente ha resultado en la preparación de agentes de cambio dentro de la AUNAP, capacitados para replicar la información y apoyar a las asociaciones campesinas en la construcción de resiliencia climática y sostenibilidad. Los participantes ahora poseen las habilidades necesarias para promover la adaptación al cambio climático, brindando recursos prácticos y soluciones concretas a las comunidades campesinas, pesqueras y acuícolas.

Año	Nombre / objetivo	Público objetivo
2024	Fortalecimiento de habilidades sobre cambio climático, dirigido a comunidades	Población vinculada a procesos comunitarios de cambio climático con la inscripción de 1.550 participantes.
2023 - 2025	Introducción al Cambio Climático y Gestión del Riesgo de Desastres	Curso que se implementó llegando a 1046 personas para el año 2023; 3000 personas para el año 2024 y 644 personas para el año 2025. Entre los participantes se tienen representantes de entidades gubernamentales, universidades, organizaciones del sector privado y comunidades.
2024	Fortalecimiento de la Resiliencia Climática en Asociaciones Campesinas: Estrategias para el Sector Cacaotero (desarrollado en articulación con Corpoboyacá, Corpochivor y la CAM)	130 participantes. Objetivo: promover la resiliencia y la sostenibilidad en el sector cacaotero a nivel nacional, contribuyendo a la mejora de las prácticas agrícolas y una gestión más efectiva del riesgo climático.
2025	Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) para la Acción Climática.	229 personas certificadas. Entre los participantes se tienen representantes de entidades gubernamentales, universidades, organizaciones del sector privado y comunidades.

Fuente: Ministerio de Ambiente – DCCGR

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el SENA, en el marco de la agenda de trabajo conjunto, crearon seis cursos presenciales y virtuales para ser impartidos a nivel nacional:

- Curso de mitigación y adaptación al cambio climático a nivel local (1).
- Curso en el marco de la Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques EICDGB REDD+. (Cambio Climático y REDD+, Sistemas Agroforestales, Sistemas Silvopastoriles, Turismo de Naturaleza y Productos Forestales.) (5)

Dichos cursos se han implementado, actualizado y evaluado desde el Convenio Marco N° RE 1232 de 2023 celebrado entre SENA – Minambiente.

El Instituto Alexander von Humboldt ejecuta el proyecto RESPIN con la Unión Europea, asociado con 10 entidades de Europa y África, para fomentar el uso de productos científicos pensados para informar la toma de decisiones en materia de biodiversidad y clima. Este proyecto busca que a nivel nacional y subnacional se conozca mejor el trabajo de la IPBES y el IPCC, para que puedan informar, desde la ciencia, decisiones políticas que contemplen las sinergias entre biodiversidad y clima. El proyecto está conformado por las siguientes entidades: UFZ de Alemania, la FRB de Francia, BELSPO en Bélgica, SYKE en Finlandia, CER en Hungría, CREAF en Cataluña, WCMC, Pensoft en Bulgaria, CoKnow en Alemania, la Universidad de Lumumbashi en la República Democrática del Congo y por el Instituto Humboldt en Colombia.

Adicionalmente Colombia hace parte de la iniciativa global de la COI UNESCO Ocean Teacher Golbal Academy OTGA, en la que desde Centros de Entrenamiento Regional imparten capacitación no formal en temas de océanos, entre ellos cambio climático y medición de acidificación , con capacitaciones que permiten reportar estadísticas de # estudiantes de distintos países entre ellos Colombia (del Caribe y Latinoamérica), y se puede mencionar el público objetivo, desde 1995 (pudiendo resaltarse los avances desde 2017).

Por su parte el Departamento Nacional de Planeación implementa una estrategia de cursos virtuales en finanzas del clima y crecimiento verde, como parte de la gestión integral del cambio climático y la sostenibilidad. Los cursos son gratuitos, certificables (https://escuelavirtual.dnp.gov.co/).

El curso de finanzas del clima en Colombia busca que diferentes sectores fortalezcan capacidades para estructurar proyectos y acceder a recursos financieros climáticos, nacionales e internacionales. Está dirigido a funcionarios públicos, profesionales en ambiente, economía, finanzas o proyectos, estudiantes, consultores o emprendedores. Desde 2022, 923 personas en el país se han certificado.

El curso de crecimiento verde hace parte de la Estrategia Nacional de Crecimiento Verde, es una capacitación sobre cómo integrar el crecimiento económico con la protección ambiental. Aborda el contexto internacional de sostenibilidad, la política de crecimiento verde, la bioeconomía, la economía circular, las energías renovables, los negocios y empleos verdes, los negocios sostenibles, el financiamiento verde y la agricultura y ganadería regenerativa. Se han certificado 6500 estudiantes, funcionarios públicos, emprendedores, empresas (especialmente pymes) y personas interesadas.

Desde Parques Nacionales Naturales, durante el año 2025 se ejecutaron un conjunto articulado de acciones de fomento de capacidades a nivel territorial, orientadas a fortalecer la gestión del riesgo climático en el Sistema de Parques Nacionales Naturales. Estas acciones se enmarcan en el nuevo enfoque de la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) adoptado por la institución, que reconoce la biodiversidad y los valores objeto de conservación como elementos vulnerables prioritarios y articula la gestión del riesgo con la adaptación al cambio climático. Lo anterior, se logró a través de las siguientes experiencias:

- Experiencia 1: Transferencia de conocimiento en riesgo climático a las Direcciones Territoriales Amazonia, Pacífico y Andes Nororientales:

A través de talleres técnicos, la Oficina de Gestión del Riesgo transfirió conocimiento especializado sobre riesgo climático a las Direcciones Territoriales Amazonia (DTAM), Pacífico (DTPA) y Andes Nororientales (DTAN). Cada taller incorporó un diagnóstico climático específico para el territorio basado en la

Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático del IDEAM, análisis de escenarios SSP, caracterización de amenazas relevantes para cada región y ejercicios participativos de identificación de impactos sobre ecosistemas y comunidades. Esta experiencia constituyó el primer ejercicio sistemático y territorializado de formación en riesgo climático para las áreas protegidas del sistema, con enfoque diferenciado por región ecológica.

- Experiencia 2: Democratización del acceso a información de alertas hidrometeorológicas – Visor de Alertas OGR-PNNC

El Visor de Alertas de la Oficina de Gestión del Riesgo representa una innovación institucional en el acceso a información ambiental para la gestión del riesgo en áreas protegidas. La herramienta supera barreras de acceso, comprensión y aplicabilidad de la información hidrometeorológica del IDEAM, adaptando los productos técnicos al contexto operativo de los equipos de campo. La socialización inicial con la Dirección Territorial Andes Nororientales abrió el camino para su apropiación por todas las Direcciones Territoriales del sistema.

- Experiencia 3: Fortalecimiento de capacidades para la temporada de ciclones tropicales en el Caribe colombiano

El Taller Preparativo frente a la Temporada de Ciclones Tropicales 2025 articuló al IDEAM, DIMAR-CIOH y UNGRD con las áreas protegidas del Caribe colombiano, fortaleciendo la capacidad de interpretación de sistemas de alerta temprana, protocolos nacionales y flujos de información interinstitucional. Esta experiencia construyó rutas claras de comunicación y respuesta territorial para fenómenos de origen meteomarino.

- Experiencia 4: Capacidades para la estimación de daños y pérdidas ambientales post-desastre (EDANA–CEPAL)

A través de la socialización de la metodología de evaluación de daños y pérdidas (DaLA) en articulación con la CEPAL, PNNC fortaleció las capacidades nacionales y territoriales para cuantificar el impacto de desastres sobre el capital natural y los servicios ecosistémicos de las áreas protegidas. Este conocimiento es fundamental para la toma de decisiones en restauración y para la negociación de recursos ante eventos climáticos extremos.

- Experiencia 5: Monitoreo glaciar y cambio climático en ecosistemas de alta montaña

Las siete campañas de monitoreo glaciar realizadas en los Parques Nacionales Naturales Los Nevados y El Cocuy, en el marco del Convenio IDEAM-PNNC, contribuyeron al conocimiento del impacto del cambio climático en ecosistemas estratégicos de alta montaña y al fortalecimiento de las capacidades técnicas de

los equipos territoriales para el monitoreo de indicadores de cambio climático en áreas protegidas.

Por otra parte, el INVEMAR en el marco de su designación desde el año 2015 como Centro Regional de Entrenamiento para países de habla hispana, ha impartido diversos cursos no formales en el ámbito general de la gestión y los datos del océano, en temas como principios de carbono azul y sus ecosistemas, adaptación basada en ecosistemas, acidificación oceánica y medición del sistema de carbonatos para la evaluación del indicador de acidez media del mar (Indicador ODS 14.3.1). Estos cursos han involucrado a 94 profesionales colombianos (de un total de 318 estudiantes de países de habla hispana), pertenecientes a distintas instituciones y sectores del país. Adicionalmente, el cambio climático se incorpora de manera transversal en las agendas de cursos sobre áreas marinas protegidas, manejo integrado de la zona costera y planificación espacial marina, también impartidos desde el RTC Colombia, lo que amplía su alcance a la mayoría de las líneas temáticas asociadas al desarrollo de capacidades.

6.4. Necesidades y barreras asociadas a la Acción para el Empoderamiento Climático

A partir del análisis realizado en la implementación de la ENEFSPCC durante la vigencia 2010 a 2025, algunos de los insumos recopilados por entidades del SISCLIMA y procesos participativos territoriales, se ha identificado un conjunto de necesidades y barreras que han condicionado la efectividad en la implementación de los elementos de la Acción para el Empoderamiento Climático. Estas necesidades han sido agrupadas en las siguientes dimensiones:

1. Gobernanza y articulación interinstitucional

Se identifica una necesidad primordial de fortalecer la articulación interinstitucional y la participación para la implementación de la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos en Cambio Climático. La falta de coordinación entre entidades resta impacto a los esfuerzos en Acción para el Empoderamiento Climático, el conocimiento no es consistente ni comparable y se duplican esfuerzos.

La falta de coordinación entre entidades resta impacto a los esfuerzos, el conocimiento generado no es consistente ni comparable entre territorios, y se duplican esfuerzos. En particular, la articulación entre los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Educación Nacional requiere fortalecerse como núcleo coordinador permanente, junto con el Ideam, para que la ENAEC actualizada cuente con un liderazgo sostenido y no dependa exclusivamente de la coordinación voluntaria.

2. Sostenibilidad financiera

Un segundo elemento a tener en cuenta es la sostenibilidad y financiación de la Acción para el Empoderamiento Climático, la cual debe permitir una implementación continua de acciones. La ausencia de este elemento genera una fragmentación, aunada a la rotación de personal en las instituciones públicas y la falta de capacidades técnicas.

Desde la experiencia de la ENEFSPCC se evidencia que la insuficiencia y la inestabilidad del financiamiento constituyen una barrera estructural para la implementación de la Acción para el Empoderamiento Climático. La ausencia de una estrategia financiera explícita, con fuentes identificadas en los niveles nacional, territorial e internacional, criterios de cofinanciación y relación entre gasto e indicadores, genera intermitencia en los procesos y pérdida de efectividad (UN CC:Learn, 2024; United Nations Framework Convention on Climate Change., 2022).

Muchas iniciativas comunitarias de Acción para el Empoderamiento Climático dependen de proyectos de corta duración, lo que limita la continuidad de los procesos, la consolidación de capacidades locales y el seguimiento de cambios en conocimientos, prácticas y participación. Se requiere fortalecer mecanismos financieros flexibles y de largo plazo que permitan sostener la acción climática comunitaria.

3. Participación interinstitucional y pública

Respecto al elemento de la participación, se identifican necesidades para una gestión del cambio climático que sea más incluyente de la diversidad de actores sociales. Por esto, se hace necesario lo siguiente:

- Crear y/o fortalecer los espacios de participación de los actores sociales, que propicien una adecuada apropiación del conocimiento de los diferentes procesos involucrados en la gestión del cambio climático.
- Promover el fortalecimiento de capacidades locales, la inclusión social (con enfoque de género y diferencial) y la generación de conocimiento para la toma de decisiones climáticamente informadas, como elementos para una gestión ecosistémica y el impulso de soluciones basadas en la naturaleza (SbN).
- Promover estrategias de rehabilitación ecológica participativa, con prioridad en corredores de ronda de cuerpos hídricos, incluyendo: acuerdos comunitarios; monitoreo comunitario; mantenimiento comunitario; viveros comunitarios; conocimiento tradicional o ancestral; fortalecimiento organizativo; articulación con Instituciones Educativas; equipos comunitarios para la gestión del riesgo.

Adicionalmente se requiere definir reglas operativas claras: quién participa, cómo se convoca, cómo se financia y facilita su participación, cómo se documenta la incidencia y cómo se hace seguimiento a las respuestas institucionales. La participación debe ser considerado como un ejercicio permanente de corresponsabilidad que reconozca las barreras diferenciadas de tiempo carga de cuidados, conectividad y acceso territorial.

4. Implementación curricular y formación diferenciada

En el elemento de educación y formación, se identifican necesidades asociadas a la oferta, la generación y fortalecimiento de redes colaborativas y la transformación institucional:

- Inclusión de acciones de adaptación y mitigación frente al cambio climático en los Proyectos Educativos Institucionales y políticas de las Instituciones de Educación Superior: fortalecer la gestión ambiental y climática en las IES mediante la integración de lineamientos, metas y estrategias que orienten la planificación institucional hacia la sostenibilidad ambiental y la resiliencia climática. Fortalece la gobernanza climática en el ámbito educativo, promoviendo IES comprometidas con la acción climática y capaces de generar impactos positivos en sus territorios a través de la docencia, la investigación y la extensión.
- Mayor disponibilidad de información aplicada, metodologías pedagógicas y herramientas comunicacionales sobre los impactos diferenciados del cambio climático en niñas, niños, adolescentes, jóvenes y mujeres, especialmente en territorios rurales, étnicos y altamente vulnerables.
- Creación o modificación de oferta de educación superior que fomente acciones de adaptación y mitigación del cambio climático: impulsar la transformación curricular hacia una educación superior más pertinente frente a los retos ambientales del país, contribuyendo a la formación de talento humano capaz de liderar procesos de transición ecológica y resiliencia territorial, en relación con las políticas nacionales de cambio climático y desarrollo sostenible.
- Procesos de formación docente permanentes, que fortalezcan sus saberes científicos sobre el fenómeno del cambio climático a nivel global y local, y sus habilidades y prácticas pedagógicas para enseñar desde diferentes áreas y a diferentes edades sobre el tema desde el aula, con enfoque territorial y articulado con procesos comunitarios y locales en los que los y las estudiantes puedan vincularse y participar de manera efectiva.
- Fortalecimiento de redes y comunidades de aprendizaje para el intercambio de conocimiento: fortalecer redes y comunidades de aprendizaje entre IES, para impulsar acciones colaborativas. A través de estos mecanismos colectivos se promueve la cooperación técnica, la investigación conjunta, el intercambio de experiencias exitosas en sostenibilidad, resiliencia y gestión ambiental, y el aprovechamiento de la inteligencia colectiva de los actores involucrados.

- Estrategia participativa de transferencia y apropiación social del conocimiento: la falta de espacios sistemáticos de diálogo y divulgación limita la apropiación social del conocimiento, reduce el impacto de la investigación y debilita la colaboración entre academia, Estado y sociedad en los procesos de adaptación y mitigación al cambio climático.
- Programa nacional de formación aplicada y gobernanza en adaptación al cambio climático desde el componente de salud ambiental, para la formación por competencias técnico-tecnológicas, formación de formadores, activación instancias sectoriales e intersectoriales.
- La oferta de formación que no tiene el mismo reconocimiento que un título de educación formal, aún si es gratuita, suele atraer poca demanda de la ciudadanía en general y se enfoca en el interés de personas especialistas en el tema.

5. Evaluación retrospectiva y base de evidencia

A lo largo de los más de quince años de vigencia de la ENEFSPCC, se evidenció que se requiere la consolidación de una evaluación retrospectiva sistemática que permita identificar con precisión qué funcionó, qué quedó inconcluso y cuáles fueron los cuellos de botella del ciclo de implementación (United Nations Educational, 2019; United Nations Framework Convention on Climate Change, 2025). Si bien la Tercera Comunicación Nacional y el presente capítulo recogen avances sectoriales y territoriales, además de un diagnóstico, la evaluación existe de manera implícita y dispersa, pero no se organiza como un hallazgo de gestión articulado. Esta carencia ha limitado la capacidad de priorizar las acciones de la estrategia actualizada sobre una base empírica sólida, dificultando que el sistema de monitoreo y evaluación previsto en la Estrategia Nacional de Acción para Empoderamiento Climático (ENAEC – actualización de la ENEFSPCC) pueda comparar ciclos de implementación con referentes explícitos.

6. Acceso a la información y comunicación climática

En el elemento de acceso público a la información, el principal desafío consiste en transitar de una lógica de publicación a una de usabilidad pública. Si bien nunca antes se había dispuesto de tanta información relacionada con cambio climático, las condiciones de baja conectividad, las brechas de alfabetización digital y la falta de mecanismos diferenciados por contexto territorial y cultural limitan que la información se constituya en conocimiento útil para la toma de decisiones. Se requiere fortalecer la producción de tableros, fichas pedagógicas, formatos territoriales y productos offline para zonas con baja conectividad, así como criterios de lenguaje claro, pertinencia cultural y seguimiento al uso efectivo de la información por los distintos actores (United Nations Framework Convention on Climate Change., 2022; United Nations Framework Convention on Climate Change, 2026).

La comunicación del cambio climático enfrenta el reto de evitar tanto la subvaloración del fenómeno como la generación de parálisis o eco-ansiedad. Se requieren nuevas narrativas, formación específica para periodistas, comunicadores y voceros, y mecanismos para combatir la desinformación climática, evaluando la sensibilización no solo por cobertura sino por calidad del entendimiento y disposición a actuar (United Nations Educational & United Nations Framework Convention on Climate Change, 2016b)

Adicionalmente, una limitante estructural para la implementación efectiva de la Acción para el Empoderamiento Climático (ACE) en las zonas marinas y costeras e insulares de Colombia es la insuficiencia de información técnico-científica sistematizada sobre ecosistemas estratégicos como manglares y pastos marinos. Esta brecha restringe la generación de conocimiento accesible, la toma de decisiones informadas y la apropiación social del conocimiento climático, pilares fundamentales del enfoque ACE promovido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

En este contexto, el fortalecimiento del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático, establecido por la Ley 2169 de 2021, resulta prioritario. Este sistema requiere integrar de manera más robusta información específica sobre ecosistemas marinos y costeros, incluyendo datos geoespaciales, biofísicos y socioecológicos. La Ley 2169 de 2021 establece la necesidad de consolidar sistemas de información que respalden la gestión del cambio climático; sin embargo, la limitada disponibilidad de datos para ambientes costeros reduce su utilidad para anticipar y gestionar riesgos como la erosión costera, el aumento del nivel del mar y la intensificación de eventos extremos.

Finalmente, se identifica un vacío en la integración de contenidos de salud ambiental y epidemiología climática en los programas de formación docente y ciudadana, aspecto que permitiría a las comunidades identificar riesgos sanitarios asociados al cambio climático, como estrés térmico, expansión de vectores de enfermedad y afectaciones a la seguridad alimentaria (CITCCC, 2025).

6.5. Información y trabajo en redes

6.5.1. Iniciativas para promover el intercambio de información entre los países y regiones y dentro de ellos.

Para el fortalecimiento del conocimiento y experticia en Acción para el Empoderamiento Climático, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha desarrollado una alianza con la Red Ambiental de Universidades Sostenibles – RAUS. Esta alianza ha permitido el intercambio de experiencias y conocimiento, con un enfoque fundamental en la educación en cambio climático.

En el marco de esta alianza se han construido posgrados en cambio climático a nivel de especializaciones y maestrías, electivas, cátedras y cursos, con énfasis en temas prioritarios para el país definidos por la emisión de gases efecto invernadero y prioridades en adaptación.

En el ámbito de la investigación se ha establecido la línea de investigación en Educación Formación y Sensibilización en Cambio Climático, con el desarrollo de proyectos financiados por universidades privadas con el objetivo de evaluar la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático en diferentes áreas del territorio nacional y de una manera diferencial con públicos objetivo específicos, respondiendo al horizonte temporal del Programa de Trabajo de Glasgow, y con el objetivo de tener un acercamiento a la medición de la efectividad de dicha estrategia.

El proceso de formación a formadores es fundamental para el fortalecimiento de la creación de capacidades y la sensibilización de públicos como los niños y jóvenes que se están formando, siendo los docentes quienes imparten la formación y generan investigación desde la educación en temas de gran desafío como lo es el cambio climático. Es por esto, que se está trabajando en este sentido con docentes de universidades e instructores del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, entidad líder de la formación para el trabajo y el desarrollo humano que tiene alcance en cada una de las regiones del territorio con su participación en los diferentes cursos promovidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Como fortalecimiento institucional se ha participado en la Comunidad Latinoamericana de Aprendizajes Prácticos Acción para el Empoderamiento Climático CAP-ACE implementada por FIIAPP (Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas), como agencia implementadora del programa Euroclima+, en diferentes actividades relacionadas con la formulación, implementación, lecciones aprendidas y necesidades en la implementación y actualización de la Estrategia Nacional de Educación, Formación y Sensibilización de Públicos sobre Cambio Climático ENEFSPCC y su articulación con la actualización de la NDC (Contribución Nacionalmente Determinada, la estrategia climática de largo plazo E2050 y los diferentes instrumentos de política y normativos nacionales. Participación en el intercambio de experiencias y talleres de reconocimiento de procesos de monitoreo y evaluación de la Educación, Formación y Sensibilización y demás componentes ACE en el marco de la implementación de estrategias nacionales ACE de países latinoamericanos.

En el relacionamiento con otros puntos focales ACE, se han adelantado procesos de construcción de Submission e informes de avances y desafíos para la acción climática para la región Latinoamericana como es el caso de la realización del

informe “La Acción para el Empoderamiento Climático y su Potencial Transformador en América Latina”, bajo la colaboración del Programa Euroclima+ y FIIAPP.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible participa en el Observatorio Mesoamericano de Educación Ambiental, una iniciativa de integración y desarrollo de la región conformado por Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá y República Dominicana.

Se enfoca en potenciar la visión estratégica de la educación ambiental en Mesoamérica en áreas clave de los desafíos socioambientales, en una lógica preventiva y resiliente de la región, como la gestión ambiental, la biodiversidad y el cambio climático, en una de las áreas geográficamente más vulnerables. El Observatorio incluye prácticas, lecciones aprendidas y experiencias como referencia para el aprendizaje y la toma de decisiones. En esta construcción colectiva también participan las Corporaciones Autónomas Regionales, la academia, universidades, los Ministerios de Ambiente de los países y otras instancias regionales.

Por su parte, el INVEMAR ha desempeñado un papel destacado mediante la administración del Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM) y su participación en redes regionales e internacionales orientadas al estudio de fenómenos como la acidificación oceánica, la erosión costera, la conservación de arrecifes coralinos y manglares, así como la observación oceánica global. Estas iniciativas han fortalecido la generación de evidencia científica, la interoperabilidad de datos y la toma de decisiones para la mitigación y adaptación al cambio climático en los ecosistemas marino-costeros. Asimismo, la designación de INVEMAR como Centro Colaborador del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA) en 2026 representa un avance significativo para el fortalecimiento de las capacidades científicas nacionales y la cooperación internacional.

De manera complementaria, instituciones como el Instituto SINCHI, a través de la Alianza BIOFILIA, han promovido la apropiación social del conocimiento, la divulgación científica y la investigación colaborativa para la conservación de la biodiversidad. Por su parte, Parques Nacionales Naturales de Colombia fortaleció durante 2025 el intercambio de información y el desarrollo de capacidades para la gestión del riesgo climático mediante la articulación con entidades nacionales e internacionales, contribuyendo a la evaluación de daños ambientales y a la adaptación en áreas protegidas. A nivel territorial, iniciativas como las Mesas Técnicas Agroclimáticas y la red “Guardianes del Clima” han facilitado el acceso de productores agropecuarios, docentes y estudiantes a información climática y recomendaciones para la adaptación de sus actividades productivas. En conjunto, estas acciones evidencian avances importantes en el fortalecimiento de redes de conocimiento, el acceso a la información climática y la articulación

entre actores científicos, institucionales y comunitarios, contribuyendo al empoderamiento climático y a una gestión más informada y participativa frente al cambio climático.



4CNCC

Ambiente | IDEAM

Capítulo 7

Investigación y observación sistemática



7. Información sobre investigación científica y observación sistemática del clima global y territorial, de conformidad con el Artículo 5 del Acuerdo de París y los compromisos asumidos en virtud del Artículo 5 y el Artículo 4, párrafo 1, literal g), de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

AUTORES

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam

Elizabeth Patiño Correa — ORCID - ID: 0000-0002-4706-6408
Leonardo Alfredo Pineda Pardo — ORCID - ID: 0000-0001-6645-6615

Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD - Fundación Natura)

Claudia Giovanna Rivera Tirado — ORCID - ID: 0009-0005-4425-9852
Johan Manuel Calderón Rodríguez — ORCID - ID: 0000-0002-9303-8985

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Yazmín Amparo Pineda Ortiz

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Elkin A. Noguera-Urbano — ORCID - ID: 0000-0002-4391-4852

Dirección General Marítima (DIMAR)

Juan Leonardo Moreno Rincón — ORCID - ID: 0000-0002-6203-5810
Laura Marcela Vásquez López — ORCID - ID: 0000-0003-4820-2069

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis"

Carolina García Valencia — ORCID - ID: 0000-0002-3824-3839
Cesar Augusto Bernal — ORCID - ID: 0000-0003-0580-0974
Constanza Ricaurte Villota — ORCID - ID: 0000-0003-1554-4994

COORDINACIÓN TÉCNICA DEL CAPITULO

Johan Manuel Calderón Rodríguez
Leonardo Alfredo Pineda Pardo

REVISORES DE PRIMERA PARTE

Universidad de Antioquia

Paola Andrea Arias Gómez

REVISORES DE PRIMERA PARTE

Universidad de Los Andes

Catalina González Arango

Departamento Nacional de Planeación

Camilo Álvarez-Espinosa

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis"

Carolina García Valencia
Desireé Hernández-Narváez

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

Mónica Carolina Soto Tamayo
Paula Judith Rojas Higuera

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam

Ana María Hernández Hernández
Ana María Vesga Güiza
Jorge Andrés González Rojas
Juan Sebastián Barrera Sarmiento
Pablo Nelson González Patiño
Yamile Andrea Moreno Saboyá

COLABORADORES

Ideam: Eliana Isabel Toro Huertas, Jorge Luis Ceballos, Julio Cesar León Luquez, Juan Manuel Rodríguez Rondón, Lina Cristina Zuluaga Cárdenas, Nidia Cristina Mayorga Ulloa, Oscar Javier Espejo Valero, Pablo Nelson González Patiño, William Mateo Munar Martínez, Yennifer Alexandra Buriticá Salcedo. **Dirección General Marítima:** Christian Bermúdez Rivas, Fabian Ernesto Rojas Mosquera, Joao Camilo Quijano Ferrín, T.F. Santiago Moyano Medina**. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas:** Marinela Del Carmen Valencia Giraldo. **Proyecto GEF CBIT "Transparencia Climática Colombia" (Ideam - PNUD - Fundación Natura):** Fiorella López Uribe, Laura Carolina Niño Moreno. **Proyecto 1BTR, 4NC+2BTR (Ideam - PNUD -Fundación Natura)**: Juan Camilo Molina Betancur. **Dirección General Marítima (DIMAR):** Germán Augusto Escobar Olaya, Hermann Aicardo León Rincón, Jonathan Fabrizio Gómez Sierra, Juan Carlos Olarte Guzman,



7.1. Resumen

La investigación científica y la observación sistemática son dos capacidades complementarias para comprender y enfrentar el cambio climático en Colombia. La investigación permite analizar causas, impactos, riesgos, oportunidades y respuestas posibles. La observación sistemática produce datos continuos sobre el clima, el agua, los océanos, los bosques, la biodiversidad, los glaciares, las coberturas de la tierra y la calidad ambiental. En conjunto, estas capacidades convierten los datos y el conocimiento en insumos útiles para la adaptación, la mitigación, la gestión del riesgo, la planificación territorial, los reportes climáticos nacionales y la toma de decisiones públicas.

Durante la última década, la investigación climática se ha expandido a escala global y ha pasado de estar centrada principalmente en las ciencias naturales a convertirse en un campo interdisciplinario que integra tecnología, política pública, economía, desarrollo territorial y comportamiento humano (Debernardi et al., 2024; Fu & Waltman, 2022; Haunschild et al., 2016). Esta transformación también se refleja en Colombia, donde el conocimiento climático ha crecido en volumen, temas, instituciones, actores y capacidades. Al mismo tiempo, la observación sistemática se consolida como una base indispensable para identificar tendencias, reducir incertidumbre, validar modelos, orientar alertas tempranas y sustentar decisiones de mitigación y adaptación (Global Climate Observing System, 2022; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; United Nations Framework Convention on Climate Change, 2024).

Este capítulo cumple una doble función en los procesos nacionales de reporte climático. Para la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático, presenta un diagnóstico integral de la evolución, las capacidades, los avances y las brechas de la investigación y la observación sistemática en Colombia. Para el BTR2, aporta información complementaria sobre las capacidades científicas, institucionales y técnicas que permiten generar y gestionar datos útiles para el seguimiento de la NDC, la adaptación, la gestión del riesgo y la transparencia climática.

7.1.1. Principales hallazgos en la investigación del cambio climático en Colombia

El análisis de la producción científica sobre cambio climático en Colombia para el periodo 2015–2025 muestra una expansión significativa del campo. En total, se identificaron 4.057 publicaciones científicas en Web of Science, Scopus y OpenAlex, con una tasa media anual de crecimiento de 16,3 %. Esta producción se concentra principalmente en artículos de investigación, que representan el 82,0 % del total, seguidos por documentos de conferencia, libros y capítulos, artículos de revisión y artículos de datos. El crecimiento de los artículos de datos es especialmente relevante, porque indica una mayor disposición de la

comunidad científica a describir, publicar y reutilizar conjuntos de datos relacionados con cambio climático.

La investigación sobre cambio climático en Colombia es altamente colaborativa. Del total de publicaciones identificadas, 1.611 documentos fueron producidos exclusivamente por autores afiliados a instituciones colombianas, 1.127 resultaron de colaboración entre instituciones colombianas y extranjeras, y 1.249 fueron elaborados únicamente por autores afiliados a instituciones extranjeras. Las colaboraciones internacionales involucran autores de 115 países, con vínculos destacados con España, Brasil, Reino Unido, Alemania, México, Estados Unidos, Francia, Chile, Canadá y Países Bajos. A nivel institucional, la producción se concentra en universidades, centros de investigación e institutos nacionales, pero también evidencia una amplia dispersión: se identificaron 2.602 instituciones de afiliación, muchas de ellas asociadas a una sola publicación.

A nivel disciplinar, se observa que la producción científica mantiene una base fuerte en las ciencias naturales, especialmente en ciencias de la Tierra, ciencias ambientales y ciencias biológicas. Sin embargo, a nivel de temáticas, se encontró que la investigación climática asociada con Colombia no se limita a dimensiones biofísicas. Las categorías más frecuentes se relacionan con cinco grandes temas: gobernanza y política pública; economía y medios de vida; ciudades e infraestructura; agua y eventos hidroclimáticos; y biodiversidad y conservación de ecosistemas. Esto indica que el cambio climático se estudia cada vez más como un problema transversal que conecta ambiente, sociedad, economía, territorio, salud, energía, agricultura, bosques, océanos y planificación.

Uno de los principales hallazgos del análisis es que el crecimiento de la investigación del cambio climático en Colombia no se ha traducido todavía, en la misma proporción, en evidencia sobre los resultados de las acciones implementadas. Las publicaciones revisadas se orientan principalmente al diagnóstico de situaciones, la caracterización de fenómenos, la modelación y proyección de escenarios, y la cuantificación de impactos, riesgos, emisiones y cambios ambientales. En contraste, son menos frecuentes los estudios que evalúen la efectividad de políticas, medidas de adaptación y acciones de mitigación; midan las reducciones verificables de vulnerabilidad o riesgo; analicen los costos, beneficios y efectos entre los distintos territorios, sectores productivos y grupos de población; hagan seguimiento longitudinal a las intervenciones; o examinen cómo los resultados científicos son incorporados en decisiones públicas, privadas y territoriales.

Este contraste constituye un mensaje estratégico para la acción climática del país. La investigación orientada al diagnóstico continúa siendo indispensable para comprender los cambios del clima y sus efectos. Sin embargo, debe complementarse con una agenda científica que permita determinar qué medidas funcionan, en qué territorios, para cuáles poblaciones, bajo qué

condiciones y con qué resultados. Fortalecer este tipo de evidencia contribuiría a mejorar el diseño, la priorización, el seguimiento y la evaluación de las acciones asociadas con la NDC, los planes de adaptación, la gestión del riesgo y la transición hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima.

7.1.2. Capacidades nacionales de la investigación del cambio climático en Colombia

Colombia cuenta con una base amplia de capacidades científicas relacionadas con cambio climático. Además de las publicaciones científicas, se identificaron 1.521 tesis de pregrado y posgrado relacionadas con el tema, incluyendo tesis de doctorado, maestría y pregrado. Este acervo representa una oportunidad para conectar la formación académica con problemas concretos de política pública, gestión ambiental, planificación territorial y acción climática.

Al consultar en CvLAC y GrupLAC, se identificaron 4.934 investigadores y 543 grupos de investigación con evidencia de trabajo relacionado con cambio climático. Esta capacidad científica es un avance frente al análisis de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (Colciencias et al., 2016). Sin embargo, el documento también muestra que las capacidades no se distribuyen de manera homogénea. La concentración de investigadores y grupos en Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Atlántico evidencia la existencia de centros académicos consolidados, pero también señala la necesidad de fortalecer capacidades en territorios altamente vulnerables y con menor presencia institucional, científica y tecnológica.

El enfoque de género aparece como un componente necesario para mejorar la calidad y pertinencia de la investigación en cambio climático. La información disponible permite una aproximación inicial a la distribución de la comunidad investigadora por sexo, pero no capta plenamente las desigualdades relacionadas con liderazgo, financiación, acceso a redes, trayectorias científicas o participación territorial. Por esta razón, es necesario fortalecer el análisis de datos desagregados por variables como sexo, territorio, tipo de institución, área de conocimiento y grupos poblacionales. También, se requiere incorporar enfoques diferenciales, interseccionales y metodologías participativas que permitan reconocer que la producción de conocimiento climático no está distribuida de manera homogénea en el país. Esto ayudaría a comprender quiénes producen ese conocimiento, desde qué regiones e instituciones, qué temas priorizan y cómo puede contribuir mejor a la toma de decisiones en adaptación, mitigación, gestión del riesgo y planificación territorial.

7.1.3. Principales hallazgos sobre observación sistemática

La observación sistemática del sistema climático y ambiental en Colombia cuenta con una arquitectura institucional, normativa y técnica amplia. Esta arquitectura articula al Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), el Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC) y el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC). También, integra entidades nacionales, autoridades ambientales regionales y urbanas, institutos de investigación, sectores productivos, redes privadas, academia, centros de investigación y actores territoriales. Su propósito es producir, organizar, intercambiar y usar información climática y ambiental confiable para la planificación, la gestión del riesgo, la mitigación, la adaptación y la transparencia climática (Congreso de la República, 2018; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

El país monitorea variables asociadas con distintos componentes del sistema terrestre: atmósfera, agua, glaciares, océanos, costas, coberturas de la tierra, bosques, carbono azul, biodiversidad y ecosistemas. Estas variables permiten identificar tendencias, anomalías, cambios territoriales, señales de estrés ambiental y condiciones de vulnerabilidad. Adicionalmente, aportan información para servicios climáticos, alertas tempranas, planes de adaptación, medidas de mitigación, gestión del recurso hídrico, seguimiento de bosques y carbono, conservación de ecosistemas, gestión costera y reportes climáticos nacionales.

La observación sistemática del cambio climático en Colombia se apoya en un conjunto diverso de redes, sistemas y plataformas que cubren distintos componentes del territorio y del ambiente. Algunas redes se orientan al seguimiento del clima, la hidrología y la atmósfera, mediante estaciones hidrometeorológicas, radares meteorológicos y sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Otras permiten monitorear recursos estratégicos como las aguas subterráneas, la composición isotópica del agua, los glaciares y ecosistemas de alta montaña. Existen redes especializadas para los ambientes marino-costeros y oceánicos, que generan información sobre calidad ambiental marina, variables oceanográficas y meteorología marina. A estas, se suman sistemas enfocados en bosques, carbono, coberturas de la tierra, biodiversidad y ecosistemas estratégicos, así como redes privadas, sectoriales, regionales y comunitarias que complementan la información oficial.

Estos sistemas han avanzado gracias al uso de tecnologías como sensores remotos, imágenes satelitales, radares, estaciones automáticas, plataformas de visualización y herramientas digitales de consulta. En este contexto, las plataformas y repositorios de datos cumplen un papel clave, porque permiten organizar, consultar y difundir información ambiental y climática para diferentes usuarios. Su importancia radica en que ayudan a que los datos producidos por las

redes de monitoreo no queden aislados, sino que puedan transformarse en información útil para las entidades públicas, la academia, los sectores productivos, las comunidades y los tomadores de decisión.

7.1.4. Brechas y retos prioritarios

En investigación, una brecha prioritaria es la concentración de investigadores, grupos e instituciones en un número reducido de departamentos y ciudades. Aunque esta concentración permite consolidar centros científicos con experiencia y recursos, también reduce la producción continua de conocimiento desde territorios altamente vulnerables y con menor presencia institucional, especialmente en la Amazonia, la Orinoquía, el Pacífico y el Caribe insular. Fortalecer las capacidades regionales permitiría formular preguntas de investigación más cercanas a las condiciones de cada territorio, sostener procesos de seguimiento de largo plazo y mejorar la participación de universidades regionales, autoridades ambientales, entidades territoriales y comunidades.

Igualmente, persisten brechas en los temas estudiados y en el tipo de evidencia disponible. Se requiere ampliar la investigación sobre salud y cambio climático, sistemas marino-costeros, pérdidas y daños y financiamiento climático. De manera transversal, son todavía menos frecuentes los estudios que evalúan si las políticas y las medidas de adaptación y mitigación producen los resultados esperados, cuánto cuestan, qué beneficios generan y cómo se distribuyen esos costos y beneficios entre territorios, sectores productivos y grupos de población.

Estas brechas de conocimiento pueden limitar la capacidad del país para diseñar, priorizar, implementar y evaluar las acciones asociadas con la NDC. Su atención permitiría contar con mayor evidencia para seleccionar medidas adecuadas a cada territorio, asignar recursos, identificar poblaciones y ecosistemas prioritarios, verificar resultados de adaptación y mitigación y ajustar las intervenciones que no estén alcanzando los efectos esperados. Por esta razón, su fortalecimiento debe considerarse una prioridad para la implementación de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) y para los próximos ciclos de reporte climático.

7.1.5. Implicaciones para la acción climática y la transparencia

La investigación y la observación sistemática son condiciones habilitantes para la transparencia climática. Los datos derivados del monitoreo ambiental permiten hacer seguimiento a las NDC, sustentar informes oficiales como los Informes Bienales de Transparencia (BTR) y fortalecer la cooperación técnica nacional e internacional (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Organización Meteorológica Mundial, 2019; República de Colombia, 2025).

A su vez, la investigación científica permite interpretar esos datos, identificar brechas, evaluar impactos, proponer soluciones y orientar prioridades de política pública.

Colombia cuenta con capacidades científicas y sistemas de observación relevantes para avanzar en una acción climática basada en evidencia. Sin embargo, el impacto de estas capacidades dependerá de su articulación. La información científica y los datos observados deben conectarse mejor con los instrumentos de planificación, los sistemas de alerta temprana, los planes territoriales y sectoriales de cambio climático, la gestión del riesgo, la conservación de ecosistemas, la planificación del recurso hídrico, la gestión de zonas costeras, la transición baja en carbono y los reportes nacionales e internacionales.

Es necesario fortalecer la apropiación social de la información climática. Las iniciativas de monitoreo ambiental participativo y comunitario amplían la cobertura hacia escuelas rurales, cuencas altas, glaciares, territorios indígenas y campesinos, microambientes urbanos, bosques, humedales, manglares y zonas donde las redes convencionales no siempre capturan variaciones locales. Estas iniciativas no sustituyen las redes oficiales, pero pueden complementar la observación nacional si cuentan con trazabilidad, validación técnica, interoperabilidad y condiciones claras de uso de la información (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025g; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024b).

7.1.6. Mensajes clave

Para la ciudadanía: la investigación y la observación climática permiten comprender cómo cambian el agua, el clima, los bosques, los océanos, la biodiversidad, la salud y los riesgos que afectan la vida cotidiana. La información climática debe ser clara, accesible y útil para tomar decisiones en los territorios.

Para la academia y los centros de investigación: Colombia cuenta con una comunidad científica amplia y una producción creciente sobre cambio climático. El siguiente paso es complementar los estudios de diagnóstico, caracterización y modelación con investigaciones que evalúen la implementación y efectividad de políticas y medidas, midan resultados verificables de adaptación y mitigación, y faciliten la incorporación de la evidencia en decisiones públicas, privadas y territoriales.

Para servidores públicos: los datos y resultados científicos deben convertirse en insumos prácticos para planes, programas, proyectos, sistemas de alerta temprana, gestión del riesgo, ordenamiento territorial, gestión hídrica, conservación de ecosistemas y seguimiento de compromisos climáticos.

Para tomadores de decisión: fortalecer investigación y observación sistemática no es solo una inversión técnica. Es una condición para reducir incertidumbre,

anticipar riesgos, priorizar recursos, mejorar la transparencia, proteger vidas, conservar ecosistemas y orientar el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima.

Para entidades ambientales, sectores productivos y comunidades territoriales: la integración de redes nacionales, regionales, privadas, sectoriales y comunitarias puede ampliar la base de información climática del país, siempre que existan reglas comunes de calidad, metadatos, periodicidad, derechos de uso, interoperabilidad y transferencia hacia los sistemas nacionales.

7.1.7. Síntesis

Colombia ha avanzado en la construcción de una base científica y observacional para comprender y gestionar el cambio climático. La investigación ha crecido en producción, diversidad temática y capacidades humanas; la observación sistemática ha consolidado redes, sistemas, plataformas y mecanismos institucionales para medir variables ambientales clave. El principal desafío de la próxima década será conectar mejor estas capacidades con las decisiones que toman el Estado, los territorios, la academia, los sectores productivos y la ciudadanía. Para ello, se requiere un sistema más equilibrado territorialmente, técnicamente robusto, interoperable, transparente, inclusivo y orientado a la acción climática.

7.2. Introducción

La investigación científica y la observación sistemática son dos bases complementarias para comprender y enfrentar el cambio climático. La investigación permite interpretar sus causas, efectos, riesgos y posibles soluciones; la observación sistemática aporta los datos continuos que permiten conocer cómo cambian la atmósfera, el agua, los glaciares, los océanos, los bosques, la biodiversidad y otros componentes del ambiente. Cuando estas dos capacidades se articulan, los datos dejan de ser registros aislados y se convierten en conocimiento útil para orientar la adaptación, la mitigación, la gestión del riesgo, la planificación territorial y la toma de decisiones públicas.

Durante la década posterior a la adopción del Acuerdo de París en 2015, la investigación sobre cambio climático se transformó de manera profunda. A escala global, dejó de estar centrada principalmente en las ciencias naturales y se consolidó como un campo interdisciplinario que integra tecnología, política, economía, comportamiento humano y gestión ambiental (Debernardi et al., 2024; Fu & Waltman, 2022; Haunschild et al., 2016). Esta expansión refleja que el cambio climático ya no se estudia solo como un fenómeno físico, sino como un problema ambiental, social, económico e institucional que afecta de manera distinta a los territorios y a las poblaciones.

El crecimiento de la literatura científica en cambio climático ha sido acelerado. Se ha documentado que las publicaciones sobre cambio climático se duplican aproximadamente cada cinco o seis años, y que para 2020 representaban cerca del 1 % de la producción científica global, frente al 0,11 % registrado en 2000 (Debernardi et al., 2024; Haunschild et al., 2016). Además del aumento en volumen, la investigación ha cambiado en sus temas de interés. Aunque las ciencias naturales siguen siendo centrales, las ciencias sociales y la ingeniería han ganado importancia, especialmente en estudios sobre adaptación, reducción del riesgo de desastres, mitigación, transición energética, infraestructura, políticas climáticas y cambios en los patrones de consumo (Creutzig et al., 2016; Fu & Waltman, 2022; Haunschild et al., 2016; Vardy et al., 2017).

Este giro hacia las soluciones no significa que el conocimiento sobre las bases físicas del sistema climático esté completo. Por el contrario, el sistema terrestre funciona mediante interacciones complejas entre atmósfera, agua, océanos, ecosistemas, suelos y actividades humanas, por lo que la investigación biofísica sigue siendo necesaria para reducir incertidumbres y mejorar la comprensión del cambio climático (Plummer et al., 2017). De manera complementaria, la ciencia climática contemporánea reconoce que la adaptación y la mitigación no ocurren de forma automática: requieren conocimiento, planificación, anticipación y evaluación de alternativas en contextos específicos (Fankhauser, 2017; Fu & Waltman, 2022).

7.2.1. Importancia del capítulo para la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático y su contribución al BTR2

Colombia tiene una alta diversidad territorial, social y ecosistémica, y enfrenta desafíos asociados con la vulnerabilidad climática, la planificación del desarrollo, la gestión ambiental, la seguridad hídrica, la conservación de la biodiversidad, la gestión de zonas costeras y la reducción del riesgo. En este contexto, conocer qué se investiga, quién produce conocimiento, qué variables se observan, qué redes existen y qué brechas persisten permite valorar las capacidades nacionales para responder al cambio climático.

Este capítulo cumple una doble función dentro de los procesos nacionales de reporte climático. En el marco de la **Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático**, presenta una caracterización amplia de las capacidades del país para producir conocimiento y observar de manera sistemática el sistema climático y ambiental. Para ello, analiza la evolución de la investigación científica, las tesis, los investigadores, los grupos de investigación, las instituciones, las redes de monitoreo, las tecnologías, las plataformas de información, la cobertura territorial, los mecanismos de acceso a los datos y las principales brechas y oportunidades de fortalecimiento. Esta función permite actualizar y ampliar el diagnóstico

presentado en la Tercera Comunicación Nacional (Colciencias et al., 2016) y ofrecer una visión integral de las capacidades científicas y técnicas disponibles en Colombia.

En el marco del **Segundo Informe Bienal de Transparencia (BTR2)**, el capítulo cumple una función complementaria y más directamente relacionada con la transparencia climática. La información presentada permite identificar las capacidades institucionales, científicas y técnicas que respaldan la generación, gestión, interpretación y uso de datos necesarios para el seguimiento de la acción climática. En particular, documenta redes, sistemas, fuentes de información y capacidades de investigación que pueden apoyar el seguimiento de la NDC, los análisis de vulnerabilidad, riesgo y adaptación, la evaluación de tendencias ambientales, la construcción de indicadores y la preparación de reportes nacionales.

Por tanto, el capítulo no sustituye las secciones especializadas del BTR2 encargadas de reportar los avances concretos en mitigación, adaptación, inventarios de gases de efecto invernadero o apoyo requerido y recibido. Su contribución consiste en mostrar las capacidades científicas, institucionales y de observación que hacen posible producir, verificar, interpretar y utilizar parte de la información presentada en esos componentes. De esta manera, la Cuarta Comunicación Nacional utiliza el capítulo principalmente como un diagnóstico integral de capacidades, avances y brechas, mientras que el BTR2 lo utiliza como evidencia complementaria sobre las condiciones que respaldan la transparencia y el seguimiento de la acción climática.

La investigación climática global muestra que los países más vulnerables al cambio climático suelen tener menor producción científica per cápita, principalmente por limitaciones financieras e institucionales (Debernardi et al., 2024). Se ha señalado que la estructura institucional de la investigación climática continúa concentrada en países desarrollados, aunque los países del sur global mantienen agendas aplicadas a sus problemas locales y participan en redes de colaboración internacional (Debernardi et al., 2024; Fu & Waltman, 2022; Vardy et al., 2017). Para Colombia, esta discusión es importante porque permite analizar no solo el volumen de publicaciones, sino también la pertinencia territorial, social e institucional del conocimiento producido.

Este capítulo no se limita a presentar un inventario de publicaciones, redes o plataformas. Su propósito es mostrar cómo la investigación científica y la observación sistemática contribuyen a entender el cambio climático en Colombia y a transformar esa información en decisiones. El análisis de investigación examina la producción científica asociada con Colombia entre 2015 y 2025, sus tipos de documentos, afiliaciones, colaboración, disciplinas y temáticas, fuentes, impacto, financiación, autores, tesis, investigadores y grupos de investigación. Además, compara los resultados con el análisis cienciométrico

de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (Colciencias et al., 2016) y aborda brechas, avances, oportunidades y recomendaciones.

El componente de observación sistemática caracteriza las principales redes, sistemas e iniciativas de monitoreo de variables asociadas al cambio climático y sus efectos en Colombia. Incluye el marco institucional, normativo y de gobernanza; los ambientes y variables monitoreadas; las redes y tecnologías de observación; la cobertura geográfica; los mecanismos de acceso a la información; la participación en redes internacionales; y las brechas, avances, oportunidades y recomendaciones para fortalecer la observación sistemática nacional.

7.2.2. Relación con la transparencia climática, la NDC y los BTR

La observación sistemática cumple una función estratégica dentro de la transparencia climática. En el marco del Acuerdo de París, la información generada por redes, estaciones, sensores, plataformas e iniciativas de monitoreo permite hacer seguimiento al avance de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), sustentar reportes oficiales como los Informes Bienales de Transparencia (BTR) y fortalecer la cooperación técnica nacional e internacional (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Organización Meteorológica Mundial, 2019; República de Colombia, 2025). Por ello, observar el clima y el ambiente no debe entenderse únicamente como una actividad técnica de medición, sino como una condición necesaria para convertir datos en conocimiento útil para el país.

Las observaciones continuas y comparables ayudan a reducir la incertidumbre sobre las causas, la magnitud y los efectos del cambio climático. Las series de datos permiten identificar tendencias históricas, evaluar cambios en ciclos críticos como el ciclo hidrológico, el ciclo del carbono y el balance energético de la Tierra, validar modelos climáticos y fortalecer la confianza en las proyecciones futuras. Estas proyecciones son insumos centrales para diseñar estrategias de mitigación, planes de adaptación, sistemas de alerta temprana y medidas de gestión del riesgo basadas en el mejor conocimiento disponible (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; Global Climate Observing System, 2022).

En Colombia, la observación sistemática tiene una importancia particular por la ubicación del país entre el océano Pacífico y el mar Caribe, y por la interacción entre sistemas marinos, atmósfera, ecosistemas terrestres y sistemas hidroclimáticos continentales. Esta condición exige una vigilancia integrada del sistema océano-atmósfera-tierra, capaz de comprender la variabilidad climática, anticipar eventos extremos y evaluar impactos diferenciados en el territorio

nacional (Dirección General Marítima, 2020; Ospina Noreña et al., 2009; Pardo Martínez & Alfonso P., 2018; Poveda et al., 1998, 2011).

La información producida por la investigación también fortalece la transparencia climática. Los análisis sobre publicaciones, tesis, investigadores, grupos de investigación, colaboración internacional, áreas temáticas y brechas de conocimiento permiten reconocer las capacidades científicas que sostienen la acción climática. Al mismo tiempo, ayudan a identificar si el conocimiento disponible responde a las necesidades de adaptación, mitigación, gestión del riesgo, planificación territorial, enfoque diferencial y toma de decisiones en sectores y regiones específicas.

7.2.3. Datos, conocimiento y decisiones

Los datos son más útiles cuando se convierten en conocimiento, y el conocimiento tiene mayor valor público cuando orienta decisiones. Por ello, la investigación y la observación sistemática se presentan como partes de una misma cadena de valor. Las redes de monitoreo producen datos; las instituciones y plataformas los organizan; la investigación los interpreta; y las entidades públicas, los territorios, la academia, los sectores productivos y las comunidades pueden usarlos para planear, prevenir riesgos, evaluar acciones y tomar mejores decisiones.

El capítulo se organiza de manera progresiva para mostrar la relación entre la investigación científica y la observación sistemática del cambio climático en Colombia. En primer lugar, presenta el contexto general y explica por qué estas dos capacidades son fundamentales para comprender los cambios del clima, sus impactos y las respuestas que requiere el país. Luego, describe la metodología utilizada y las fuentes de información consultadas, con el fin de precisar el alcance del análisis y la trazabilidad de los datos. A continuación, examina la producción científica sobre cambio climático, las capacidades nacionales de investigación, la distribución institucional y territorial del conocimiento, y la incorporación del enfoque de género, equidad y conocimiento territorial.

Posteriormente, el capítulo caracteriza los principales ambientes, variables y dimensiones monitoreadas, así como las redes, sistemas, tecnologías, plataformas e infraestructuras que sostienen la observación sistemática en el país. Finalmente, integra los principales avances, brechas, oportunidades y recomendaciones, destacando los aspectos que deben fortalecerse en los próximos ciclos de reporte y de política pública. Esta estructura permite comprender, de forma articulada, cómo Colombia produce conocimiento climático, cómo observa su territorio y cómo puede mejorar el uso de esa información para orientar decisiones en adaptación, mitigación, gestión del riesgo, planificación territorial y transparencia climática.

Con el propósito de facilitar la lectura y concentrar la atención en los resultados más relevantes para la política y la acción climática, el cuerpo principal del capítulo presenta la metodología general, los principales hallazgos, su interpretación, las brechas identificadas y las recomendaciones estratégicas. Los procedimientos metodológicos detallados, las tablas con detalles, los inventarios técnicos y las bases desagregadas se presentan en anexos, donde pueden ser consultados para verificar la trazabilidad, profundizar en los resultados y reproducir los análisis.

7.3. Marco internacional, nacional e institucional

La investigación y la observación sistemática sobre cambio climático en Colombia se apoyan en un conjunto de compromisos internacionales, normas nacionales, entidades públicas, institutos de investigación, autoridades ambientales, sectores productivos, academia y comunidades territoriales. Este marco permite que los datos, las mediciones y los resultados científicos no queden aislados, sino que puedan convertirse en información útil para la planificación, la gestión del riesgo, la mitigación, la adaptación y la transparencia climática.

Desde esta perspectiva, el marco institucional no se limita a definir quién opera estaciones, redes o plataformas. Establece responsabilidades para producir información, compartir datos, usar protocolos comunes, fortalecer la interoperabilidad entre sistemas y asegurar que el conocimiento climático pueda apoyar decisiones públicas. Por ello, esta sección integra el marco internacional, nacional e institucional que sostiene tanto la investigación científica como la observación sistemática en el país.

7.3.1. Marco internacional de investigación, observación y transparencia climática

A nivel internacional, la investigación científica y la observación sistemática son parte de las bases que permiten comprender las causas, la magnitud y los efectos del cambio climático. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), aprobada en Colombia mediante la Ley 164 de 1994, incorporó compromisos relacionados con la investigación científica, la observación sistemática del sistema climático, el intercambio de información y la cooperación internacional (Congreso de la República de Colombia, 1994). Esto significa que observar el clima y generar conocimiento no son actividades accesorias, sino componentes necesarios para que el país pueda cumplir sus obligaciones climáticas y participar en los sistemas internacionales de información.

El Acuerdo de París refuerza esta necesidad porque la información climática es fundamental para hacer seguimiento a las NDC y sustentar reportes oficiales como los Informes Bienales de Transparencia (BTR). En este contexto, los datos derivados del monitoreo ambiental, por ejemplo, sobre balance de masa glaciar, deforestación, emisiones de gases de efecto invernadero, vulnerabilidad, riesgo y adaptación, permiten evaluar avances, identificar necesidades y fortalecer la confianza en los procesos de reporte climático (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Organización Meteorológica Mundial, 2019).

La observación sistemática también se relaciona con el marco internacional de las Variables Climáticas Esenciales, entendidas como variables físicas, químicas o biológicas que aportan información crítica para caracterizar el sistema climático, evaluar sus cambios y orientar la toma de decisiones frente al cambio climático (Global Climate Observing System, 2022a, 2022b). Para Colombia, este enfoque resulta útil porque permite organizar las mediciones nacionales alrededor de ambientes como la atmósfera, el agua, los glaciares, el océano, las coberturas de la tierra, los bosques, los ecosistemas de carbono azul y la biodiversidad.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) sigue siendo una instancia central para evaluar y sintetizar la evidencia científica disponible sobre el cambio climático. No obstante, existen debates sobre la forma en que estos procesos incorporan la diversidad del conocimiento climático. Entre los principales puntos de discusión se encuentran la representación de autores y evidencia producida en el Sur Global, la inclusión de conocimientos indígenas, locales y comunitarios, y el tratamiento de eventos poco probables, pero con consecuencias potencialmente muy altas (Vardy et al., 2017). Estas discusiones son especialmente relevantes para Colombia, donde los impactos del cambio climático no afectan a todos los territorios y poblaciones de la misma manera, sino que varían según la ubicación geográfica, los medios de vida, la pertenencia étnica, el género, el acceso a información y recursos, y las capacidades institucionales de respuesta.

7.3.2. Arquitectura nacional de gobernanza de la información climática

En Colombia, la arquitectura nacional de gobernanza de la información climática está conformada por sistemas, entidades e instancias de coordinación que conectan la política climática con la producción, gestión y uso de información ambiental. Esta arquitectura articula principalmente el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), el Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC) y el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC).

El **SISCLIMA** constituye el marco general de gobernanza climática del país. Se define como el conjunto de entidades, políticas, normas, procesos, recursos, planes, estrategias, instrumentos y mecanismos orientados a coordinar la gestión del cambio climático, tanto en mitigación de gases de efecto invernadero como en adaptación (Gobierno de Colombia, 2016). Dentro de este sistema, la **CICC** actúa como la principal instancia de coordinación y orientación de la política climática nacional, encargada de establecer directrices, articular sectores y definir necesidades de información para la toma de decisiones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

En el ámbito de la información técnica y científica, la CICC se apoya en el **Comité de Información Técnica y Científica de Cambio Climático (CITCCC)**. Esta instancia cumple un papel central en la coordinación de la producción de conocimiento, la armonización de métodos y criterios, y la promoción de mecanismos de recolección de información más directos y próximos a las fuentes primarias, lo que contribuye a mejorar la trazabilidad, pertinencia y calidad de los datos utilizados para la gestión del cambio climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017b; 2023). La importancia del CITCCC radica en que conecta las necesidades de información de la política climática con las capacidades de las entidades que producen, procesan y analizan datos.

La arquitectura tecnológica y operativa para gestionar la información ambiental se organiza alrededor del SIAC, liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) y coordinado operativamente por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Este sistema funciona como el marco integrador para la gestión de la información ambiental del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). Dentro de este marco se encuentra el SNICC, creado como el sistema oficial para coordinar, consolidar y divulgar información sobre cambio climático. Su propósito es proveer datos transparentes, consistentes y comparables en el tiempo, que permitan monitorear el avance de las metas nacionales de mitigación y adaptación (Congreso de la República de Colombia, 2018).

El **SNICC** integra funcionalmente varios subsistemas relevantes para la observación sistemática y la transparencia climática. Entre ellos se encuentran el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC), encargado del monitoreo de la superficie forestal, la deforestación y las reservas de carbono; el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI), orientado a la cuantificación de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero; y el Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación (SIIVRA), encargado de consolidar la información sobre amenazas, exposición, vulnerabilidad, riesgo y capacidad adaptativa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Para que esta arquitectura funcione, no basta con producir datos. Se requieren protocolos que orienten el intercambio, la consolidación, el análisis técnico, la calidad, la trazabilidad y la interoperabilidad de la información. Estos protocolos permiten que los datos generados por estaciones, redes, sensores, entidades sectoriales, autoridades ambientales e institutos de investigación alimenten procesos de seguimiento, reporte, evaluación y toma de decisiones de manera consistente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024a).

7.3.3. Marco normativo y administrativo colombiano

El marco normativo que sustenta la observación sistemática y la gestión de la información climática en Colombia ha evolucionado desde los principios constitucionales de protección ambiental hasta la consolidación de sistemas técnicos especializados para el monitoreo climático, forestal, hídrico, atmosférico, oceánico y de adaptación. Esta estructura legal permite que la generación de información ambiental sea un proceso continuo, estandarizado y orientado a la toma de decisiones nacionales e internacionales.

La **Constitución Política de Colombia de 1991** constituye el fundamento jurídico superior de la gestión ambiental en el país. En ella se reconoce el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y se establece el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, con el fin de garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución cuando sea necesario (Asamblea Nacional Constituyente, 1991). Estos principios sustentan la necesidad de contar con información ambiental confiable, oportuna y trazable, que sirva de base para la planificación, el control, el seguimiento y la toma de decisiones públicas.

La **Ley 99 de 1993** creó el Minambiente y organizó el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Esta norma es fundamental porque institucionalizó la producción de información científica y técnica en materia ambiental, creó o fortaleció los institutos de investigación ambiental y asignó al IDEAM funciones relacionadas con el levantamiento y manejo de información sobre los ecosistemas y el ambiente, así como con la coordinación del SIAC (Congreso de la República, 1993).

La **Ley 164 de 1994** aprobó la CMNUCC. En esta, Colombia asumió compromisos técnicos y científicos orientados a fortalecer la comprensión del sistema climático y de sus transformaciones. En particular, esta norma compromete al país a promover y apoyar la investigación científica, tecnológica, técnica y socioeconómica sobre el cambio climático; fortalecer la observación sistemática del clima; consolidar archivos y bases de datos exhaustivas; e impulsar el intercambio pleno, abierto y oportuno de información científica, tecnológica, técnica, socioeconómica y jurídica. Estos compromisos buscan mejorar el conocimiento sobre las causas, efectos, magnitud y evolución temporal del cambio climático, reducir incertidumbres científicas y analizar las consecuencias

económicas y sociales de las estrategias de respuesta. La ley respalda la participación de Colombia en programas, redes internacionales e iniciativas de cooperación orientadas a la recopilación de datos, el fortalecimiento de capacidades nacionales y el desarrollo de información útil para la mitigación, la adaptación y la toma de decisiones climáticas (Congreso de la República, 1994).

El **Decreto 298 de 2016** estableció la organización y funcionamiento del SISCLIMA, creando una arquitectura de gobernanza para coordinar y articular la gestión del cambio climático entre sectores y territorios, e incorporando a la CICC como instancia de orientación y coordinación intersectorial (Gobierno de Colombia, 2016).

El **Decreto 1655 de 2017** reglamentó la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), el Inventario Forestal Nacional (IFN) y el SMByC. Esta norma es clave porque establece instrumentos técnicos para vigilar la superficie de bosque natural, las tasas de deforestación, las reservas de carbono y otros atributos asociados al monitoreo forestal, integrando esta información al SIAC (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017a).

La **Ley 1931 de 2018** estableció las directrices para la gestión del cambio climático y creó formalmente el SNICC. Esta ley define al SNICC como el sistema encargado de proveer datos e información transparente y consistente en el tiempo para la toma de decisiones relacionadas con la mitigación y la adaptación. Además, establece la obligación de las entidades del SINA de aportar de forma adecuada y oportuna la información requerida para el funcionamiento del sistema (Congreso de la República de Colombia, 2018).

La **Ley 2169 de 2021** impulsó el desarrollo bajo en carbono y estableció metas y medidas mínimas para avanzar hacia la carbono-neutralidad y la resiliencia climática. Para la observación sistemática, esta norma es especialmente importante porque establece la meta de contar con el SIIVRA, fortaleciendo el monitoreo de variables asociadas a adaptación, vulnerabilidad y riesgo climático (Congreso de Colombia, 2021).

La **Resolución 1383 de 2023** reglamentó el funcionamiento y la administración del SNICC en el marco del SIAC. Esta resolución define la organización temática de la información en mitigación, adaptación, financiamiento y gestión de bosques, así como reglas para la interoperabilidad, el intercambio y el acceso público a la información climática consolidada (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

La jurisprudencia ambiental también ha fortalecido el papel de la observación sistemática como herramienta de cumplimiento, control, seguimiento y rendición de cuentas. Por ejemplo, la sentencia del Consejo de Estado sobre la

recuperación del río Bogotá ordenó constituir el Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (ORARBO) y desarrollar el Sistema Regional de Información Ambiental para la Gestión Integral de la Cuenca Hídrica del Río Bogotá (SIGICA Río Bogotá), con funciones de registro, almacenamiento, validación, modelación, monitoreo, control, evaluación y divulgación de información relacionada con la cuenca (*Sentencia 25000–23–27–000–2001–90479–01(AP)*, 2014). De manera complementaria, la Sentencia C-280 de 2024 de la Corte Constitucional refuerza la necesidad de incorporar información climática en los procesos de evaluación ambiental, al señalar que los estudios de impacto ambiental deben incluir la evaluación de impactos en materia de cambio climático (*Sentencia C-280 de 2024*, 2024).

7.3.4. Entidades y actores involucrados

La investigación y la observación sistemática del cambio climático en Colombia son procesos descentralizados, multisectoriales y territorialmente distribuidos. En ellos, participan entidades nacionales, autoridades ambientales regionales y urbanas, sectores productivos, redes privadas, academia, centros de investigación y actores territoriales. Esta diversidad amplía la cobertura temática y espacial de la información, pero también exige mecanismos de coordinación, estandarización e interoperabilidad.

El **Minambiente** lidera la política ambiental y climática del país, así como la coordinación nacional del SNICC. En esta función define lineamientos, criterios de interoperabilidad y protocolos técnicos para que los proveedores de información suministren datos de manera transparente, consistente y comparable (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). Además, mediante la CICC, participa en la definición de necesidades de información de alto nivel para orientar la toma de decisiones climáticas nacionales.

El **IDEAM** cumple un papel central como entidad técnica nacional responsable de coordinar y operar sistemas estratégicos de información ambiental y climática. Coordina operativamente sistemas de información de cambio climático y calidad del aire, recopila información de fuentes nacionales y regionales, administra la Red Hidrometeorológica Nacional, opera la Red Nacional de Radares Meteorológicos y estaciones de radiosonda, lidera y orienta la Red Nacional de Isotopía, realiza el monitoreo especializado de los glaciares colombianos y lidera sistemas clave como el SMByC y el Sistema de Monitoreo de Coberturas de la Tierra (SIMCOT) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b, 2021; 2024a, 2025b, 2025e, 2025j; 2025l; 2025m; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

El **Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis" (INVEMAR)** aporta a la observación sistemática de ambientes marinos

y costeros. Coordina el Sistema de Información Ambiental Marina (SIAM) y la Red de Vigilancia de la Calidad Ambiental Marina (REDCAM). Participa en operaciones estadísticas relevantes, como el Índice de Calidad de las Aguas Marinas y Costeras (ICAM), el Índice de Erosión Costera de Colombia (IECC) y el Indicador de Condición - Tendencia de Arrecifes Coralinos (ICTAC). Administra estaciones meteorológicas costeras, insulares y oceanográficas, junto con la plataforma TRITÓN y el Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y Medidas de Adaptación basadas en Ecosistemas (SMEC-MAbE) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

La **Dirección General Marítima** (DIMAR) cumple un papel estratégico en la observación oceanográfica y meteomarina. Opera la Red de Medición de Parámetros Oceanográficos y de Meteorología Marina (REDMPOMM); desarrolla la plataforma de Vigilancia Integrada de Oscilaciones Climáticas (VIOC); lidera cruceros oceanográficos CPC–ERFEN; opera la Estación Costera Fija de Tumaco (ESCOFI–Tumaco); aporta datos para sistemas de vigilancia climática, alertas y reportes oficiales; desarrolla el Sistema Integrado de Pronósticos para la Seguridad Integral Marítima (SIPSEM); y opera el Centro Colombiano de Datos Oceanográficos (CECOLDO) (Dirección General Marítima, 2025b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

Otros institutos y entidades nacionales complementan esta arquitectura. El **Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" (IAvH)** contribuye a la observación de biodiversidad y servicios ecosistémicos continentales. El **Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI)** lidera procesos de monitoreo de coberturas vegetales y carbono en la Amazonia y administra el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (SIAT-AC) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024; Murcia García et al., 2014; Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana, 2026a). El **Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)** aporta al monitoreo de ecosistemas en el Chocó Biogeográfico y el litoral Pacífico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017b). El **Servicio Geológico Colombiano (SGC)** genera información hidrogeológica para la evaluación de la oferta hídrica subterránea (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). La **Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)** conecta la información de observación de variables ambientales con sistemas de alerta temprana y medidas de adaptación (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b). La **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)** genera y utiliza información ambiental derivada del seguimiento a proyectos licenciados (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2020; Ministerio del Medio Ambiente & Convenio Andrés Bello, 2002).

Las autoridades ambientales regionales y urbanas son actores fundamentales porque gran parte de la captura y validación de datos ocurre en los territorios. Las **Corporaciones Autónomas Regionales (CAR)** y las **Corporaciones para el**

Desarrollo Sostenible (CDS) lideran Programas Institucionales Regionales de Monitoreo del Agua (PIRMA), diseñan y operan Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA), y generan información sobre calidad y cantidad de agua, contaminantes atmosféricos y condiciones ambientales regionales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024; 2025i; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Las **autoridades ambientales urbanas** complementan este esquema en zonas de alta concentración poblacional, presión ambiental e intensidad de emisiones (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b, 2023, 2024).

Los **sectores productivos** y las **redes privadas** también complementan la observación sistemática nacional. En el sector agrícola, la Federación Nacional de Cafeteros, Cenicafé, Cenicaña y Fedearroz aportan información agrometeorológica y productiva. En el sector energético, empresas como EPM, Celsia-EPSA e Isagen complementan las estaciones del IDEAM con redes propias localizadas en sus áreas de influencia. En agua potable y saneamiento básico, las empresas de acueducto y alcantarillado generan información sobre calidad y cantidad del agua, continuidad del servicio, pérdidas, consumo, tratamiento de aguas residuales y condiciones de riesgo para la prestación del servicio. En este sector, ANDESCO cumple un papel gremial y de articulación técnica (Departamento Nacional de Planeación, 2012, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; 2021; Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2025).

La **academia y los centros de investigación** son actores clave porque ayudan a transformar datos en conocimiento útil. Aportan metodologías, análisis de datos, modelos, campañas de medición, mediciones intensivas en sitios de interés y estudios especializados en temas como recurso hídrico, océano, glaciares, biodiversidad, salud, energía, planificación territorial y zonas costeras (Dirección General Marítima, 2025b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c). Las secciones 7.5 y 7.6 del capítulo complementan este panorama mediante el análisis de publicaciones científicas, tesis, investigadores registrados en CvLAC y grupos registrados en GrupLAC, lo que permite reconocer las capacidades científicas nacionales que sostienen y amplían la comprensión del cambio climático en Colombia.

7.3.5. Mecanismos de articulación e intercambio de información

La existencia de múltiples entidades y redes hace indispensable contar con mecanismos de articulación que eviten la fragmentación de la información. En Colombia, estos mecanismos buscan definir necesidades de información, armonizar metodologías, facilitar el intercambio de datos, asegurar la interoperabilidad entre sistemas y orientar el uso de la información en procesos

de planificación, gestión del riesgo, mitigación, adaptación y reporte climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

En el nivel nacional, el CITCCC coordina la producción y gestión de información técnica y científica, promueve la unificación de métodos y criterios de recolección, y fortalece la generación de datos cada vez más cercanos a la fuente primaria (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2021). Como complemento, el Comité Técnico del SNICC brinda asistencia técnica para definir la información que debe ser solicitada a los subsistemas, instrumentos y proveedores de datos. Su articulación con el Comité Técnico del SIAC contribuye a mejorar la calidad, consistencia e interoperabilidad de los datos observados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023, 2024c).

En el ámbito de la variabilidad climática marina, el Comité Técnico Nacional para el Estudio del Fenómeno de El Niño (CTN-ERFEN) articula los esfuerzos del IDEAM, la DIMAR y el INVEMAR para hacer seguimiento al ciclo El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), un fenómeno natural que puede modificar los patrones de lluvia, temperatura, caudales, sequías, inundaciones y condiciones oceánicas en Colombia (Dirección General Marítima, 2025b). A su vez, el Comité Técnico Nacional de Datos e Información Oceánicos (CTN Diocean), bajo la coordinación de INVEMAR y con apoyo de la Secretaría Técnica de la Comisión Colombiana de Océano, promueve el intercambio, la calidad y la interoperabilidad de datos oceanográficos e información marina.

La articulación también se expresa en mesas técnicas y espacios de trabajo sectorial. Las Mesas Técnicas Agroclimáticas, lideradas por el Ministerio de Agricultura y el IDEAM, reúnen a entidades públicas, academia, gremios y centros de investigación para analizar información de monitoreo y pronóstico del tiempo, y apoyar decisiones en el sector agrícola (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b). Las mesas de trabajo con el sector energético integran variables meteorológicas e hidrológicas en la planificación y operación del suministro de energía, mientras que las mesas de seguimiento y evaluación permiten consolidar indicadores de adaptación, validar metodologías y conectar la generación de datos con la evaluación de resultados y la participación territorial (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; 2020).

Los protocolos de gestión e interoperabilidad regulan el flujo de información entre generadores de datos, sistemas sectoriales y plataformas nacionales. En el marco del SNICC, el Protocolo de Definición y Solicitud, o Protocolo 3, establece la información que cada sistema, instrumento o herramienta debe recopilar y reportar (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). El Protocolo de Consolidación y Análisis, o Protocolo 4, define procedimientos para revisar, organizar y analizar información de mitigación y adaptación, con el fin de identificar tendencias, hallazgos y elementos útiles para el reporte climático

nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c). En materia hídrica, el Protocolo de Monitoreo del Agua define lineamientos de interoperabilidad para integrar sistemas de observación y vigilancia del recurso hídrico en el SIAC (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b). En la observación oceánica regional, el Protocolo ERFEN articula a Colombia con Ecuador, Perú y Chile en el seguimiento conjunto del ENOS en el Pacífico sudeste (Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2007; Dirección General Marítima, 2020).

La articulación se materializa, además, en plataformas y flujos de información que conectan redes de monitoreo, sistemas nacionales, autoridades ambientales y usuarios. Plataformas como el Sistema de Información para la Gestión de Datos Hidrológicos y Meteorológicos en Colombia (DHIME) y el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE) canalizan información hidrometeorológica y de calidad del aire hacia sistemas oficiales. Plataformas regionales y urbanas, como el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA), o los portales de autoridades ambientales como la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), funcionan como nodos complementarios de consulta y transferencia de información.

Los institutos de investigación ambiental también cumplen un papel estratégico en la articulación de información especializada y territorial. El SNICC se nutre de información generada por entidades como el SINCHI, el IIAP y el Instituto Humboldt, que aportan variables bióticas, socioambientales, ecosistémicas y territoriales relevantes para el monitoreo de la vulnerabilidad, el riesgo y la adaptación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017c, 2023). En la Amazonia colombiana, el SIAT-AC conecta al SINCHI, autoridades ambientales, entidades nacionales, academia y usuarios territoriales, y organiza información amazónica bajo acuerdos técnicos, metodológicos y tecnológicos, facilitando la disponibilidad, visibilidad, interoperabilidad, calidad, homologación e intercambio de información (Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana, 2026a).

En conjunto, este marco internacional, nacional e institucional muestra que la investigación y la observación sistemática son parte de una misma cadena de conocimiento. Las normas y entidades definen responsabilidades; las redes, sensores y plataformas producen datos; la academia y los centros de investigación ayudan a interpretarlos; y los sistemas de información permiten que esos datos se usen para decisiones climáticas.

7.4. Metodología utilizada para recopilar información

7.4.1. Investigación científica

Para caracterizar la investigación científica relacionada con el cambio climático en Colombia se analizaron tres componentes complementarios. El primero corresponde a las publicaciones científicas indexadas entre 2015 y 2025 en Web of Science, Scopus y OpenAlex. El segundo comprende las tesis de pregrado y posgrado identificadas en OpenAIRE. El tercero corresponde a los investigadores registrados en CvLAC y los grupos de investigación registrados en GrupLAC con evidencia de trabajo en cambio climático. Estos componentes se analizaron de manera independiente para examinar la evolución de la producción científica, sus características temáticas e institucionales y las capacidades humanas existentes en el país.

7.4.1.1. Publicaciones científicas indexadas

La búsqueda de publicaciones científicas se realizó en Web of Science (WoS), Scopus y OpenAlex para el periodo 2015–2025. OpenAlex se incluyó como fuente complementaria por su carácter abierto y por su capacidad para ampliar la cobertura de revistas regionales y publicaciones de acceso abierto, cuya representación puede ser menor en otras bases de datos internacionales (Babini, 2019) (Maddi et al., 2025).

La estrategia utilizó 34 términos en inglés relacionados con cambio climático, adaptación, mitigación, variabilidad climática, eventos extremos, gases de efecto invernadero, transformaciones de los ecosistemas y condiciones marino-costeras. Los términos retomaron la estrategia empleada en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (Colciencias et al., 2016b) y fueron ampliados con literatura científica y aportes técnicos relevantes para el presente análisis (Bindoff et al., 2019; Kassim et al., 2023; Kim et al., 2024; Muneja, 2022). El listado completo de términos y los detalles de la búsqueda se presentan en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

Los registros debían cumplir tres criterios de inclusión: tener como área de estudio el territorio colombiano, de manera total o parcial; haber sido publicados entre 2015 y 2025; y estar claramente relacionados con cambio climático. La búsqueda se realizó principalmente mediante términos en inglés para favorecer la comparabilidad entre las bases consultadas. Esta decisión puede subrepresentar documentos cuyos títulos, resúmenes y palabras clave estén

disponibles únicamente en español, por lo que sus implicaciones se consideran entre las limitaciones del análisis.

La descarga de WoS, Scopus y OpenAlex se realizó el 20 de enero de 2026. Posteriormente, se normalizaron los DOI, se eliminaron registros duplicados dentro de cada fuente y entre las tres bases, se armonizaron los tipos documentales y se revisaron títulos, resúmenes y palabras clave para excluir registros que no presentaban una relación directa con cambio climático. También, se excluyeron tipos documentales que no correspondían al propósito del análisis o que no eran comparables entre las fuentes. Después de este proceso se consolidaron 4.057 publicaciones científicas: 2.115 procedentes de WoS, 1.105 de Scopus y 837 de OpenAlex. El flujo completo de identificación, depuración, exclusión y consolidación de registros se presenta en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

Las variables de las tres fuentes se armonizaron para analizar el número y la evolución de las publicaciones, los tipos documentales, las afiliaciones institucionales, la colaboración nacional e internacional, las disciplinas y temáticas, las revistas, las citaciones, la autoría y las fuentes de financiación. Los tipos documentales se integraron en cinco categorías: artículos de investigación, artículos de revisión, documentos de conferencia, libros y capítulos, y artículos de datos. La correspondencia entre los campos originales de las bases y las variables consolidadas, así como las reglas de reclasificación documental, se presentan en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

La clasificación disciplinar se realizó mediante una adaptación de los Ámbitos de Investigación y Desarrollo (FORD) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2015). Esta clasificación permitió organizar las publicaciones en áreas principales y secundarias comparables. De manera complementaria, se realizó un análisis textual sistemático de los resúmenes, asistido por el modelo de inteligencia artificial ChatGPT v.5.5 de OpenAI, para identificar objetivos, métodos, sistemas estudiados, resultados, implicaciones y temas transversales. Los títulos y palabras clave se utilizaron como información de apoyo, y una publicación podía asignarse a más de una categoría cuando presentaba evidencia clara de abordar varios temas. Las categorías, reglas de clasificación, instrucciones utilizadas y demás elementos del protocolo se presentan en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.4.1.2. Tesis de pregrado y posgrado

Las tesis de pregrado y posgrado se identificaron mediante una consulta en OpenAIRE, plataforma que integra repositorios académicos internacionales y nacionales, incluida la Red Colombiana de Información Científica administrada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. La descarga se realizó el 29 de enero de 2026 y se aplicaron los mismos criterios definidos para las publicaciones científicas. Después de la depuración, se identificaron 1.521 tesis relacionadas con cambio climático en Colombia. Estas tesis se analizaron como un componente complementario para reconocer procesos de formación, temas emergentes, territorios de estudio y capacidades universitarias, y no se sumaron al universo de 4.057 publicaciones científicas indexadas. El procedimiento completo de búsqueda y depuración se presenta en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.4.1.3. Investigadores y grupos de investigación

La caracterización de investigadores y grupos se basó en una consulta realizada por el equipo de MinCiencias en las bases CvLAC y GrupLAC. Los resultados fueron remitidos el 21 de abril de 2026 mediante el radicado No. 20260019697S. La consulta inicial utilizó términos amplios relacionados con cambio climático, adaptación, mitigación, variabilidad climática, gases de efecto invernadero, carbono, eventos extremos, transición energética, gobernanza, resiliencia y justicia climática.

Debido a que una búsqueda temática amplia puede recuperar perfiles y grupos que solo mencionan estos conceptos de manera contextual, se aplicó una depuración conservadora basada principalmente en las líneas de investigación, sus títulos y objetivos y, cuando fue necesario, en otros campos descriptivos de CvLAC y GrupLAC. Después de la revisión, se seleccionaron 4.934 investigadores y 543 grupos con evidencia de trabajo relacionado con cambio climático en Colombia. Los términos completos, los registros iniciales, las variables revisadas y los criterios de inclusión y exclusión se presentan en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.4.2. Observación sistemática

Para caracterizar las redes e iniciativas de observación sistemática de variables ambientales asociadas al cambio climático, se recopiló y analizó información institucional, normativa, técnica y operativa sobre la producción, gestión y uso de datos ambientales y climáticos en Colombia. Este proceso se complementó con los aportes y revisiones de las instituciones y equipos técnicos responsables de operar y coordinar las distintas redes y plataformas de monitoreo ambiental. La

información reunida permitió identificar cómo se observan y miden el clima y sus efectos en el país, qué entidades participan en estos procesos, cuáles variables se monitorean, dónde se localizan las redes de observación y mediante qué mecanismos se accede a los datos generados.

7.4.3. Limitaciones del análisis

El análisis presenta algunas limitaciones que deben hacerse explícitas. En la parte de investigación, los resultados dependen de la cobertura de las bases de datos utilizadas, de la disponibilidad de DOI, de la calidad de los metadatos, de la presencia de títulos, resúmenes y palabras clave en inglés, y de la capacidad de los términos de búsqueda para recuperar publicaciones pertinentes sin incluir registros no relacionados con cambio climático. Aunque se realizó una depuración cuidadosa, es posible que algunas publicaciones relevantes no hayan sido recuperadas o que algunos temas estén mejor representados que otros por las lógicas de indexación de las bases de datos.

El uso de términos en inglés permitió aplicar criterios comparables en WoS, Scopus y OpenAlex, pero pudo excluir documentos cuyos metadatos estuvieran disponibles exclusivamente en español. Este efecto puede ser más importante en revistas nacionales y regionales que no traducen de manera sistemática los títulos, resúmenes o palabras clave. Aunque la incorporación de OpenAlex amplió la cobertura de revistas latinoamericanas y de acceso abierto, no elimina completamente esta posible subrepresentación. En consecuencia, las cifras presentadas describen la producción científica indexada que fue identificada mediante las bases, los campos y los términos seleccionados. No deben interpretarse como el total absoluto de publicaciones, informes, documentos institucionales u otros productos científicos sobre cambio climático elaborados en Colombia durante el periodo analizado.

Por otro lado, en la revisión sistemática de resúmenes, la interpretación temática dependió de la información disponible en los títulos, resúmenes y palabras clave. Por esta razón, los resultados no reemplazan la lectura completa de cada publicación, sino que ofrecen una aproximación sistemática al contenido declarado por los autores.

En el componente de observación sistemática, las limitaciones se relacionan con la dispersión institucional de la información, las diferencias en protocolos, frecuencias de medición, escalas, cobertura territorial, interoperabilidad y niveles de acceso a datos. Algunas redes cuentan con series históricas largas y plataformas consolidadas, mientras otras se encuentran en proceso de fortalecimiento, dependen de articulaciones regionales o tienen restricciones por propiedad intelectual, titularidad privada, protocolos institucionales o condiciones contractuales.

7.5. Panorama de la investigación científica sobre cambio climático en Colombia, 2015 - 2025

Esta sección presenta una caracterización general de la investigación científica sobre cambio climático asociada con Colombia durante el periodo 2015–2025. Su propósito es mostrar cuánto ha crecido este campo, qué tipo de documentos se han producido, quiénes participan en la investigación, cuáles son los temas más frecuentes, dónde circula el conocimiento, qué nivel de impacto tiene y cómo se relaciona con las necesidades de observación sistemática, transparencia climática y toma de decisiones.

El panorama se construye a partir del análisis de publicaciones científicas identificadas en WoS, Scopus y OpenAlex, así como de tesis de pregrado y posgrado recuperadas en OpenAIRE (Ver 7.4.1).

7.5.1. Evolución y magnitud de la producción científica

Se identificaron 4.057 publicaciones científicas sobre cambio climático en Colombia entre 2015 y 2025 en las bases de datos WoS, Scopus y OpenAlex. Este total se definió a partir del número de identificadores DOI presentes en las tablas depuradas. La distribución del número de documentos por año se presenta en la Figura 7-1.

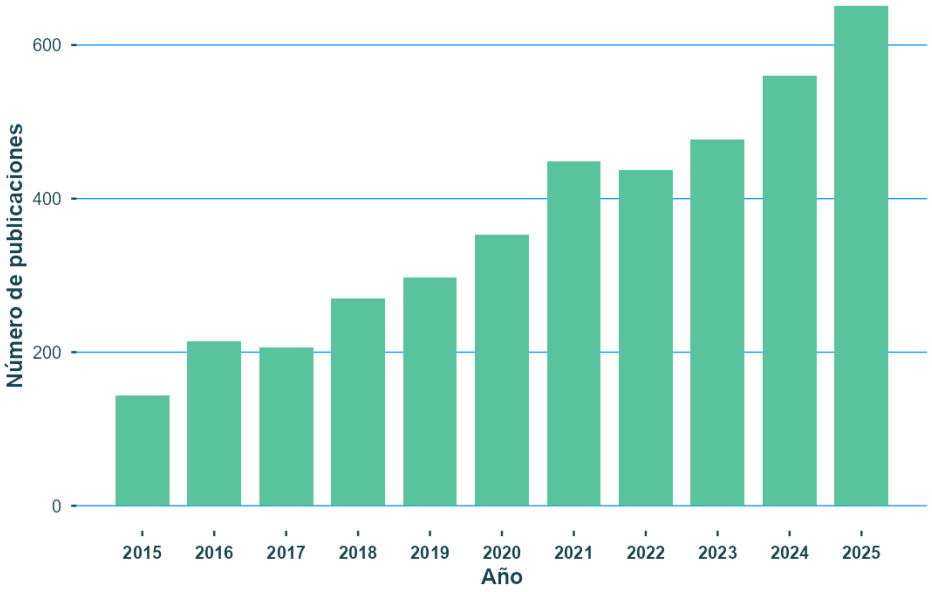


Figura 7-1. Número anual de publicaciones científicas sobre el cambio climático en Colombia entre 2015 y 2025.

Fuente. Elaboración propia.

La producción muestra una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 16,3 %, lo que indica una expansión sostenida del campo durante la década analizada. La TMAC resume en un solo valor cuánto creció, en promedio por año, el número de documentos publicados entre el inicio y el final del periodo (2015 a 2025)68. En este caso, el resultado muestra que la investigación sobre cambio climático asociada con Colombia se ha fortalecido de manera importante después de 2015, en un contexto global marcado por la adopción del Acuerdo de París y por una mayor atención científica a la adaptación, la mitigación, la resiliencia, la sostenibilidad, el riesgo y la toma de decisiones.

Este crecimiento es relevante porque muestra que el país cuenta con una base científica más amplia para soportar la acción climática. Sin embargo, el aumento del número de publicaciones no debe interpretarse de manera aislada. Es necesario observar qué tipo de conocimiento se produce, quién lo genera, qué territorios y temas aborda, y qué tan útil resulta para responder a las necesidades de información climática del país.

7.5.2. Tipos de documentos y dinámica de crecimiento

La mayor parte de la producción corresponde a artículos de investigación. Del total de documentos identificados, el 82,0 % (3.326) pertenece a esta categoría. Le siguen los documentos de conferencia, con el 5,9 % (239); los libros y capítulos de libro, con el 5,6 % (227); los artículos de revisión, con el 3,5 % (143); y los artículos de datos, con el 3,0 % (122). Esta composición muestra que la investigación climática asociada con Colombia circula principalmente mediante artículos científicos evaluados por pares.

Al revisar el crecimiento por tipo de documento, los artículos de datos registran la mayor TMAC, con 38,0 % (Figura 7-2). Este resultado es importante porque los artículos de datos ayudan a describir, documentar y poner a disposición conjuntos de datos, un aspecto clave para fortalecer la trazabilidad, la transparencia y la reutilización de información climática y ambiental. También crecen los artículos de investigación, con una TMAC de 18,2 %, los artículos de

---

68 La TMAC (Tasa Media Anual de Crecimiento) sirve para resumir en un solo valor cuánto creció, en promedio por año, el número de documentos publicados. La fórmula es:

$$TMAC = \left[\left(\frac{V_f}{V_i}\right)^{\frac{1}{n}} - 1\right] \times 100$$

donde:
V_f= valor final
V_i= valor inicial
n= número de periodos anuales entre ambos valores.

revisión, con 12,6 %, y los libros y capítulos, con 6,8 %. En contraste, los documentos de conferencia muestran un crecimiento muy limitado, con una TMAC de 0,6 %.

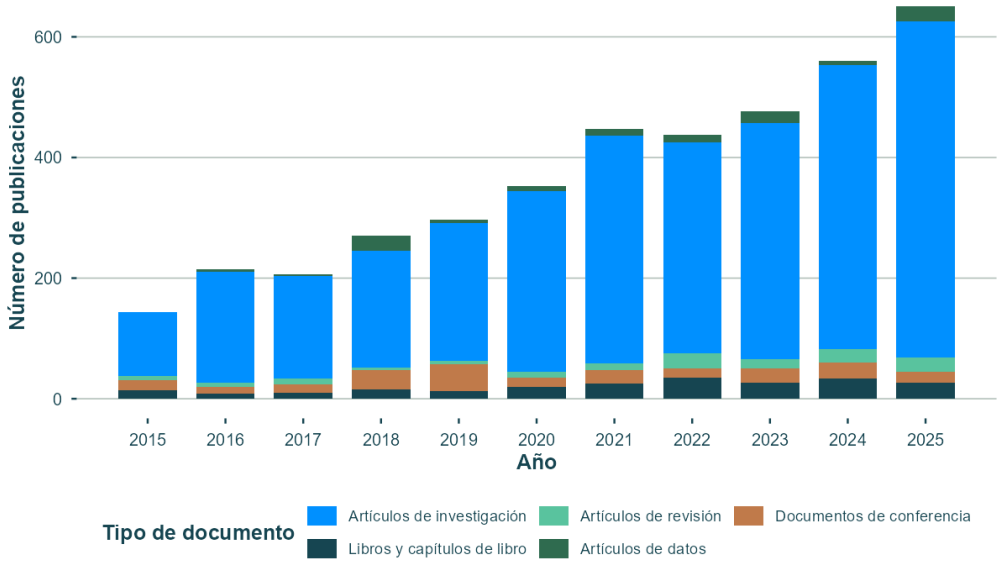


Figura 7-2. Distribución del número de tipos de documentos publicados por año desde 2015 a 2025 en Colombia.

Fuente. Elaboración propia.

Estos resultados sugieren que el campo se ha consolidado principalmente a través de publicaciones formales en revistas científicas, pero también que empieza a ganar importancia la documentación de datos. Esta tendencia es coherente con la necesidad de conectar investigación, observación sistemática y sistemas de información climática.

7.5.3. Afiliación, colaboración e instituciones

La investigación sobre cambio climático asociada con Colombia combina producción nacional, colaboración internacional e investigación desarrollada por instituciones extranjeras. Del total de publicaciones identificadas, el 65,4 % (2.651) fue elaborado por autores afiliados a instituciones de un solo país. En contraste, el 29,9 % (1.214 publicaciones) corresponde a trabajos con participación de instituciones de dos o tres países, y el 4,7 % (192) involucra autores de instituciones ubicadas en cuatro o más países.

Un total de 1.611 documentos (39,7 %) fue producido exclusivamente por autores afiliados a instituciones colombianas, mientras que 1.127 publicaciones (27,8 %) fueron desarrolladas en colaboración entre instituciones colombianas y extranjeras. Por su parte, 1.249 documentos (30,8 %) fueron elaborados únicamente por autores afiliados a instituciones extranjeras, y en 70 casos (1,7 %)

no fue posible determinar la afiliación institucional de los autores. La distribución de publicaciones según el país de afiliación para el periodo 2015–2025 se presenta en la Figura 7-3.

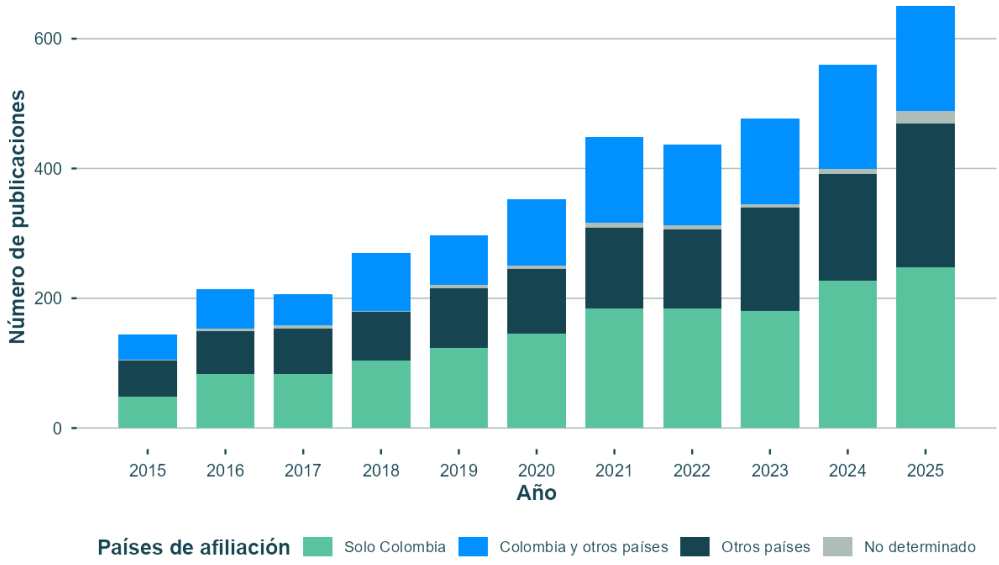


Figura 7-3. Número de publicaciones por país de afiliación desde 2015 a 2025

Fuente. Elaboración propia.

Estos datos muestran dos realidades complementarias. Por una parte, existe una producción nacional importante, que refleja capacidades internas para investigar el cambio climático. Por otra parte, Colombia también es un territorio de interés para la investigación internacional, incluso en publicaciones sin participación institucional colombiana. Esta situación puede ampliar la visibilidad del país en la literatura científica, pero también plantea el reto de fortalecer la participación y el liderazgo nacional en agendas de investigación que estudian el territorio colombiano.

Los autores vinculados a instituciones extranjeras registran afiliaciones en 115 países. Los diez países con mayor número de publicaciones son Estados Unidos (389), Reino Unido (351), España (316), Brasil (289), Alemania (280), México (179), Francia (153), Canadá (150), Países Bajos (145) y Chile (138). En las publicaciones con colaboración entre instituciones colombianas y extranjeras, los países más frecuentes son España, con 217 documentos; Brasil, con 160; Reino Unido, con 150; Alemania, con 146; México, con 124; Estados Unidos, con 106; Francia, con 104; Chile, con 100; Canadá y Países Bajos, cada uno con 71 documentos.

A nivel institucional, fue posible identificar la afiliación de los autores en 3.723 publicaciones, equivalentes al 91,8 % del total. De estas, 1.134 publicaciones (30,5 %) registran una única institución de afiliación, mientras que 2.589 (69,5 %)

corresponden a trabajos desarrollados en colaboración institucional. Dentro de este último grupo, la mayoría de las publicaciones involucra entre dos y cinco instituciones, con 2.273 registros (87,8 %); 246 publicaciones (9,5 %) incluyen entre seis y diez instituciones, y 70 publicaciones (2,7 %) cuentan con más de diez instituciones.

En total, se identificaron 2.602 instituciones de afiliación en las publicaciones que tenían esa información. La producción se concentra en un grupo reducido de instituciones: trece (0,5 % de las instituciones) registran más de 50 publicaciones, 80 (3,1 %) tienen entre 11 y 50 publicaciones, 794 (30,5 %) entre dos y diez, y 1.715 instituciones (65,9 %) aparecen asociadas a una única publicación. Esta distribución muestra que el campo tiene una base institucional amplia, pero que la producción sostenida se concentra en pocas entidades. Las instituciones con mayor participación en la producción científica sobre cambio climático en Colombia se muestran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

A nivel de trabajo interinstitucional, las siguientes colaboraciones presentan el mayor número de publicaciones:

1. Universidad Nacional de Colombia con la Universidad de Antioquia (en 38 publicaciones).
2. Universidad Nacional de Colombia con la Universidad de los Andes (en 19 publicaciones).
3. Universidad de Antioquia con Universidad del Rosario (en 14 publicaciones).
4. Universidad del Norte con el Smithsonian Institution (en 12 publicaciones).
5. Asociación entre INVEMAR y tres instituciones alemanas, Universidad de Bremen, Universidad de Gießen y Leibniz Centre for Tropical Marine Research (en 12 publicaciones).

Esta red de colaboración es importante porque el cambio climático requiere capacidades interdisciplinarias, datos de distintas fuentes y cooperación entre instituciones. Al mismo tiempo, los resultados muestran la necesidad de fortalecer la continuidad de la investigación y ampliar la participación de instituciones y territorios menos representados.

7.5.4. Disciplinas, temas y tipo de evidencia

La distribución del número de publicaciones sobre cambio climático en Colombia por categorías disciplinares principales y secundarias se presenta en la Tabla 7-1, y su comportamiento a lo largo de los años en la Figura 7-4. El análisis muestra que las ciencias naturales tienen la mayor proporción de publicaciones, 59,0 %. Dentro de este grupo, se destacan las ciencias de la Tierra y las

relacionadas con el medio ambiente (37,7 % del total), y las ciencias biológicas (13,9 %).

Tabla 7-1. Distribución del número de publicaciones por categoría principal y secundaria FORD.

Categoría principal	Número de publicaciones [A]	Categoría Secundaria	Número de publicaciones [A]
Ciencias naturales	2.352 (59,0 %)	Matemáticas	10 (0,2 %)
		Ciencias de la Información y la Comunicación	132 (3,3 %)
		Ciencias Físicas	38 (0.9 %)
		Ciencias Químicas	48 (1,2 %)
		Ciencias de la Tierra y relacionadas con el medio ambiente	1.531 (37,7 %)
		Ciencias Biológicas	562 (13,9 %)
		Otras ciencias naturales	238 (5,9 %)
Ingeniería y Tecnología	439 (10,8 %)	Ingeniería Civil	41 (1,0 %)
		Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Informática	18 (0,4 %)
		Ingeniería Mecánica	32 (0,8 %)
		Ingeniería Química	50 (1,2 %)
		Ingeniería de los Materiales	18 (0,4 %)
		Ingeniería Ambiental	77 (1,9 %)
		Biotecnología Industrial	2 (0,1 %)
		Otras ingenierías y tecnologías	236 (5,8 %)
Ciencias Médicas y de la Salud	178 (4,4 %)	Medicina básica	21 (0,5 %)
		Medicina Clínica	101 (2,5 %)
		Ciencias de la Salud	65 (1,6 %)
Ciencias Agrícolas y Veterinarias	605 (14,9 %)	Agricultura, Silvicultura y Pesca	238 (5,9 %)
		Ciencia Animal y de los Lácteos	22 (0,5 %)
		Ciencia Veterinaria	26 (0,6 %)
		Biotecnología Agrícola	3 (0,1 %)
		Otras ciencias agrícolas	332 (8,2 %)
Ciencias sociales	693 (17,1 %)	Psicología y Ciencias Cognitivas	24 (0,6 %)
		Economía y Comercio	292 (7,2 %)
		Educación	56 (1,4 %)
		Sociología	130 (3,2 %)
		Derecho	45 (1,1 %)
		Ciencia Política	76 (1,9 %)
		Geografía Social y Económica	88 (2,2 %)
		Medios de comunicación	15 (0,4 %)
Humanidades y Artes	118 (2.9 %)	Historia y Arqueología	25 (0,6 %)
		Lengua y Literatura	3 (0,1 %)

Categoría principal	Número de publicaciones [A]	Categoría Secundaria	Número de publicaciones [A]
		Filosofía, Ética y Religión	12 (0,3 %)
		Artes (Arte, Historia del Arte, Artes Escénicas, Música)	15 (0,4 %)
		Otras ciencias humanas	63 (1,6 %)

Nota. A. Los números de publicaciones incluyen la cantidad de documentos y en paréntesis el porcentaje documentos con respecto al número total, 4057. La suma total de los porcentajes no corresponde al 100% porque los documentos abarcan más de una disciplina, y aparecen en más de una categoría secundaria, o inclusive en más de una categoría principal.

Fuente. Elaboración propia.

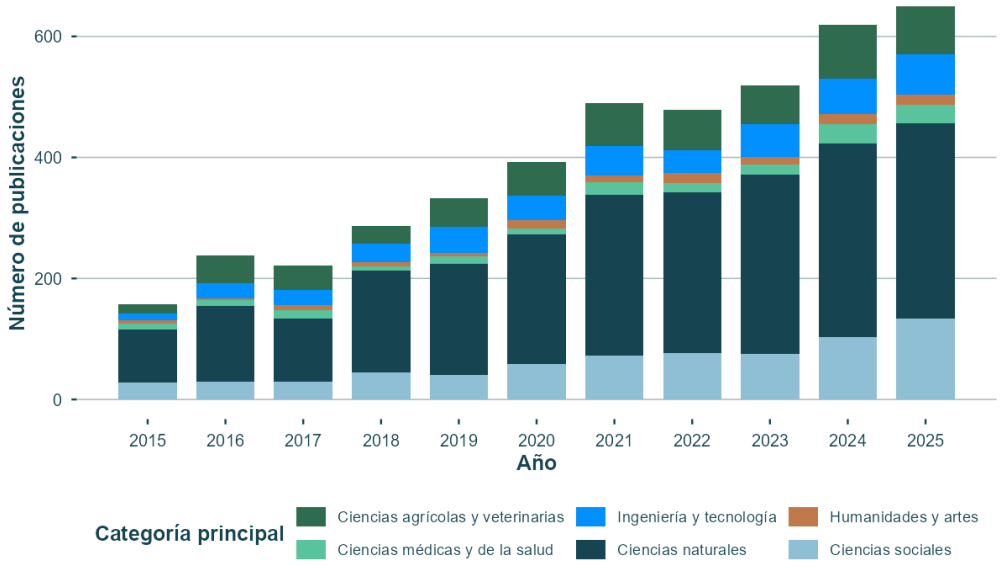


Figura 7-4. Distribución anual de publicaciones por categorías principales FORD desde 2015 a 2025 en Colombia

Fuente. Elaboración propia.

Estos resultados indican que la investigación climática en Colombia mantiene una base fuerte en las disciplinas de las ciencias naturales. Sin embargo, también muestran que la investigación se está ampliando hacia las disciplinas relacionadas con las ciencias agrícolas y veterinarias, las ciencias sociales, y las ingenierías.

Como resultado de la revisión sistemática de los resúmenes (o *abstracts*), se encontró que los temas que presentan mayor frecuencia fueron gobernanza, política pública, actores y dimensiones sociales (60,3 %); economía, desarrollo, valoración y medios de vida (52,5 %); y ciudades, aire, infraestructura y ambiente construido (51,7 %). Esto sugiere una creciente orientación de la producción científica hacia problemas de gestión, planificación, desarrollo territorial y toma de decisiones (Tabla 7-2). Al mismo tiempo, se mantiene una base importante de investigación relacionada con temas hidrológicos y eventos hidroclimáticos (48,9

%), y biodiversidad, ecosistemas y conservación el (46,8 %). En contraste, océanos, costas y sistemas marino-costeros (19,2 %) y salud, enfermedades y bienestar humano (14,3 %) tienen menor representación relativa, a pesar de su importancia para Colombia. Esta diferencia señala posibles brechas temáticas que deberían fortalecerse en futuras agendas de investigación, especialmente si se considera la vulnerabilidad del país frente al aumento del nivel del mar, los eventos extremos costeros, los cambios en los ecosistemas marinos y los efectos del clima sobre la salud pública.

Tabla 7-2. Identificación de categorías temáticas en los resúmenes de las publicaciones científicas

Categoría temática	Número de publicaciones	Porcentaje de publicaciones (%) [A]
Gobernanza, política pública, actores y dimensiones sociales	2.378	60,3
Economía, desarrollo, valoración y medios de vida	2.073	52,5
Ciudades, aire, infraestructura y ambiente construido	2.039	51,7
Agua, hidrología y eventos hidroclimáticos	1.928	48,9
Biodiversidad, ecosistemas y conservación	1.848	46,8
Mitigación, Gases de Efecto Invernadero, energía y transición baja en carbono	1.639	41,5
Adaptación, vulnerabilidad, riesgo y resiliencia	1.614	40,9
Agricultura, ganadería y seguridad alimentaria	1.568	39,7
Bosques, uso del suelo y carbono terrestre	1.513	38,3
Modelación, escenarios, teledetección y métodos computacionales	1.355	34,3
Océanos, costas y sistemas marino-costeros	757	19,2
Salud, enfermedades y bienestar humano	565	14,3

Nota. A. El porcentaje se calcula sobre el total de publicaciones que tenían un resumen (o *abstract*) suficientemente informativo, en este caso, 3.946 publicaciones.

Fuente. Elaboración propia.

Por otro lado, el análisis de los resúmenes también muestra que la investigación se concentra en el diagnóstico, la modelación, la proyección y la cuantificación de impactos, riesgos, emisiones y cambios ambientales (Tabla 7-3). En cambio, es menos frecuente encontrar evidencia sistemática sobre la efectividad de intervenciones ya implementadas, la reducción verificable de vulnerabilidad, la evaluación longitudinal de políticas climáticas o la traducción de resultados científicos en decisiones públicas y privadas. Esta diferencia entre abundancia de evidencia diagnóstica y menor evidencia de implementación constituye uno de los principales contrastes identificados.

Tabla 7-3. Tipo de evidencia en cada categoría temática

Categoría temática	Tipo de evidencia predominante	¿Qué muestra principalmente la literatura?	Aspectos menos desarrollados o vacíos identificados
Gobernanza, política pública, actores y dimensiones sociales	Diagnóstico institucional, social y territorial	Predominan estudios sobre actores, arreglos institucionales, participación, planificación, percepción social, educación, toma de decisiones y gestión del cambio climático en diferentes territorios.	Son menos frecuentes las evaluaciones que midan si los arreglos de gobernanza, los procesos participativos o las políticas públicas producen cambios verificables en la adaptación, la reducción de vulnerabilidad o la transformación de decisiones.
Economía, desarrollo, valoración y medios de vida	Diagnóstico económico, territorial y de medios de vida	La literatura analiza impactos económicos, valoración de servicios ecosistémicos, afectaciones sobre ingresos, pobreza, desarrollo, actividades productivas y medios de vida de las comunidades.	Se identifican menos análisis integrales sobre la distribución de costos y beneficios, los efectos diferenciados entre grupos sociales y el financiamiento necesario para implementar medidas climáticas.
Ciudades, aire, infraestructura y ambiente construido	Diagnóstico urbano y de infraestructura	Los estudios se concentran en riesgos urbanos, calidad del aire, inundaciones, deslizamientos, islas de calor, transporte, infraestructura y planificación territorial.	Son menos frecuentes las evaluaciones sobre implementación, financiamiento, mantenimiento y efectividad de soluciones urbanas para reducir riesgos, emisiones o exposición climática.
Agua, hidrología y eventos hidroclimáticos	Cuantificación y modelación de impactos hidroclimáticos	Predominan investigaciones sobre precipitación, caudales, sequías, inundaciones, cuencas, disponibilidad hídrica, variabilidad climática, ENSO y eventos extremos.	Persisten incertidumbres relacionadas con la atribución de cambios hidrológicos al cambio climático, la continuidad y cobertura de datos, y la aplicación operativa de los modelos en la gestión del riesgo y la planificación del agua.
Biodiversidad, ecosistemas y conservación	Diagnóstico y proyección de impactos ecológicos	La evidencia se orienta al estudio de especies, hábitats, ecosistemas, distribución potencial, conservación, restauración, áreas prioritarias y respuestas ecológicas frente al cambio climático.	Hay menor evidencia sobre el seguimiento de medidas de conservación implementadas y sobre la efectividad de acciones de restauración, conectividad ecológica o manejo adaptativo.
Mitigación, gases de efecto invernadero, energía y transición baja en carbono	Cuantificación de emisiones y análisis de opciones de mitigación	Los resúmenes se concentran en inventarios de emisiones, huellas de carbono, emisiones agropecuarias, energía renovable, eficiencia energética, análisis de ciclo de vida y alternativas de transición baja en carbono.	Son menos comunes los estudios que documenten reducciones verificables de emisiones, evalúen políticas de mitigación a largo plazo o analicen su implementación en territorios y sectores específicos.
Adaptación, vulnerabilidad, riesgo y resiliencia	Diagnóstico de vulnerabilidad, riesgo y capacidad adaptativa	Predominan estudios que identifican exposición, sensibilidad, vulnerabilidad, capacidad adaptativa, resiliencia y riesgos asociados con el cambio climático.	Se requiere mayor evidencia sobre los resultados de las medidas de adaptación ya implementadas y sobre su capacidad efectiva para

Categoría temática	Tipo de evidencia predominante	¿Qué muestra principalmente la literatura?	Aspectos menos desarrollados o vacíos identificados
			reducir pérdidas, daños o vulnerabilidad.
Agricultura, ganadería y seguridad alimentaria	Diagnóstico de impactos sobre sistemas productivos	La literatura analiza efectos climáticos sobre cultivos, ganadería, pasturas, sistemas agroforestales, productividad, seguridad alimentaria y medios de vida rurales.	Persisten vacíos sobre la adopción real de prácticas de adaptación o mitigación, sus costos, su permanencia en el tiempo y sus resultados diferenciados según región, cultivo y tipo de productor.
Bosques, uso del suelo y carbono terrestre	Cuantificación de cambios en cobertura, carbono y uso del suelo	Los estudios abordan deforestación, biomasa, carbono, fragmentación, restauración, cambios de cobertura, servicios ecosistémicos y dinámica de ecosistemas forestales.	Se requiere fortalecer la atribución causal de los cambios de uso del suelo, la evaluación de la efectividad de la restauración y la conexión entre mediciones de carbono y decisiones territoriales.
Modelación, escenarios, teledetección y métodos computacionales	Modelación, proyección y estimación de cambios futuros	Predominan estudios que emplean escenarios climáticos, sensores remotos, SIG, aprendizaje automático, simulaciones, análisis espaciales y modelos de distribución de especies o de sistemas hidrológicos.	Persisten desafíos relacionados con la validación de resultados, la comparabilidad entre escenarios, la resolución espacial y temporal, y el uso práctico de los modelos por parte de tomadores de decisiones.
Océanos, costas y sistemas marino-costeros	Diagnóstico de impactos y riesgos marino-costeros	La investigación aborda nivel del mar, erosión costera, manglares, arrecifes, pesquerías, variabilidad oceánica, acidificación y eventos extremos en zonas costeras.	Su menor presencia relativa sugiere la necesidad de fortalecer estudios que integren costa, cuenca y mar, así como evaluaciones de adaptación costera, infraestructura, comunidades y actividades productivas.
Salud, enfermedades y bienestar humano	Diagnóstico de impactos climáticos sobre salud y bienestar	Los estudios analizan enfermedades transmitidas por vectores, salud pública, estrés térmico, mortalidad, morbilidad, nutrición y bienestar humano.	La baja representación relativa indica la necesidad de ampliar la investigación sobre atribución climática de enfermedades, vigilancia epidemiológica, prevención, salud urbana y evaluación de intervenciones sanitarias.

Nota. El tipo de evidencia predominante se determinó a partir del objetivo principal expresado en los títulos, resúmenes y, cuando estaban disponibles, palabras clave. Las categorías temáticas no son excluyentes; por tanto, una misma publicación puede tener evidencia en más de una categoría.

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados de la Tabla 7-3 muestran un patrón transversal: aunque las prioridades y los métodos varían entre categorías temáticas, la mayor parte de la literatura revisada contribuye principalmente a comprender los problemas climáticos, caracterizar sus causas y efectos, estimar riesgos o emisiones y proyectar escenarios futuros. Esta evidencia constituye una base necesaria para la planificación. No obstante, ofrece menos información para establecer si las políticas, programas, proyectos y medidas implementadas están produciendo los

cambios esperados. En particular, se observa una menor presencia de evaluaciones de efectividad, estudios de implementación, análisis longitudinales, comparaciones entre intervenciones, mediciones de reducción de vulnerabilidad y riesgo, evaluaciones de costos y beneficios, y análisis sobre la incorporación efectiva de resultados científicos en las decisiones.

Este resultado debe interpretarse teniendo en cuenta que la clasificación se basó principalmente en los objetivos y contenidos declarados en los títulos, resúmenes y palabras clave disponibles. Por tanto, no constituye una evaluación de la calidad metodológica o del impacto individual de cada investigación, sino una caracterización del tipo de evidencia predominante en la producción científica revisada. Aun con esta consideración, el patrón identificado señala la necesidad de fortalecer una agenda de investigación orientada no solo a explicar el cambio climático y sus impactos, sino también a evaluar las respuestas adoptadas y generar evidencia práctica sobre las condiciones en las que las intervenciones producen resultados verificables.

7.5.5. Fuentes de publicación, impacto y financiación

Las publicaciones científicas sobre cambio climático en Colombia para el periodo 2015–2025 fueron publicadas en 1.493 fuentes, incluidas revistas científicas, compilaciones, libros y otros tipos de publicaciones periódicas69. En el 77,6 % de estas fuentes se publicaron apenas uno o dos documentos, mientras que en solo 43 fuentes (2,9 %) se publicaron más de diez documentos (Tabla 7-4). Esto evidencia una alta dispersión de la producción científica entre fuentes editoriales.

Tabla 7-4. Fuentes en donde se publicaron más de diez documentos relacionados con el cambio climático en Colombia desde 2015 a 2025.

Título de la fuente	Tipo de fuente	Número de publicaciones
Sustainability	Revista científica	75
Water	Revista científica	43
PLOS One	Revista científica	40
Journal of Cleaner Production	Revista científica	37

69 Tipos de fuentes:
Revista científica: Fuente periódica académica que publica artículos, revisiones u otros documentos científicos en números o volúmenes sucesivos. Puede tener versión impresa y electrónica.
Libro, capítulo o plataforma eBook: Fuente no seriada asociada a libros completos, capítulos de libro, volúmenes editados, obras de referencia o libros de texto académicos.
Actas o serie de conferencias: Publicación que reúne trabajos presentados en congresos, simposios, talleres o conferencias académicas.
Serie de libros: Publicación seriada compuesta por volúmenes sucesivos de libros, generalmente bajo un título común de serie.

Título de la fuente	Tipo de fuente	Número de publicaciones
Springer eBooks	Libro, capítulo o plataforma eBook	33
Natural Hazards and Earth System Sciences	Revista científica	30
Routledge	Libro, capítulo o plataforma eBook	30
Revista de Biologia Tropical	Revista científica	25
Science of the Total Environment	Revista científica	24
Energies	Revista científica	22
Elsevier eBooks	Libro, capítulo o plataforma eBook	21
Frontiers in Marine Science	Revista científica	21
Boletin de Investigaciones Marinas y Costeras	Revista científica	19
Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales	Revista científica	19
Environmental Research Letters	Revista científica	17
Heliyon	Revista científica	17
DYNA (Colombia)	Revista científica	16
Frontiers in Sustainable Food Systems	Revista científica	16
Agronomia Mesoamericana	Revista científica	15
Chemical Engineering Transactions	Revista científica	15
Scientific Reports	Revista científica	15
Agroforestry Systems	Revista científica	14
Land	Revista científica	14
Atmosphere	Revista científica	13
International Journal of Climatology	Revista científica	13
Journal of Environmental Management	Revista científica	13
Revista Luna Azul	Revista científica	13
Advances in Intelligent Systems and Computing	Serie de libros	12
Agronomy-basel	Revista científica	12
Biotropica	Revista científica	12
CRC Press	Libro, capítulo o plataforma eBook	12
International Journal of Energy Economics and Policy	Revista científica	12
Journal of South American Earth Sciences	Revista científica	12
Renewable Energy	Revista científica	12
Agronomía Colombiana	Revista científica	11
Biomedica	Revista científica	11
Caldasia	Revista científica	11
Climate Dynamics	Revista científica	11

Título de la fuente	Tipo de fuente	Número de publicaciones
Communications in Computer and Information Science	Revista científica	11
Environmental Science and Pollution Research	Revista científica	11
Journal of Physics: Conference Series	Actas o serie de conferencias	11
Peerj	Revista científica	11
Revista de Ciencias Agricolas	Revista científica	11

Fuente. Elaboración propia.

Del total de fuentes identificadas, el 93,8 % correspondió a revistas científicas, el 2,1 % a libros, capítulos o plataformas eBook, el 2,1 % a actas o series de conferencias, y el 2,0 % a series de libros. Esta distribución confirma que las revistas científicas son el principal canal de circulación del conocimiento científico sobre cambio climático.

Para evaluar el impacto de las revistas científicas se utilizaron dos indicadores: el SCImago Journal Rank (SJR)70 y el cuartil de clasificación de la revista71. Los valores de SJR correspondientes a 2024 estuvieron disponibles para 1.281 revistas y oscilaron entre 0,1 y 18,3. La mayor parte de las revistas se ubicó en valores bajos o intermedios de SJR (Tabla 7-5).

Tabla 7-5. Distribución de las revistas científicas en las que se publicaron documentos relacionados con cambio climático en Colombia durante el periodo 2015–2025, según rangos de valor del SCImago Journal Rank (SJR).

Valor de SJR	No. de revistas	Porcentaje (%)
0-0,99	883	68,9
1-1,99	278	21,7
2-4,99	110	8,6
5 o más	10	0,8

Fuente. Elaboración propia.

Sin embargo, cuando se observa la posición de las revistas dentro de sus áreas de conocimiento, más de la mitad se ubicó en Q1 y una cuarta parte en Q2 (Tabla

70 SCImago Journal Rank (SJR) es un indicador bibliométrico que mide la influencia científica de una revista a partir de las citas que recibe. Su valor se entiende como el número promedio de citas recibidas en un año por los documentos publicados por esa revista en los tres años previos al cálculo del indicador. En este caso, las citas son ponderadas, lo que significa que no todas las citas valen igual: una cita proveniente de una revista con alto prestigio pesa más que una cita proveniente de una revista menos influyente. A mayor SJR, mayor influencia relativa de la revista.
71 El cuartil es una clasificación de las revistas dentro de una categoría temática. SCImago ordena las revistas de una misma área según su SJR y las divide en los cuatro cuartiles (Q1, Q2, Q3 y Q4). El Q1 corresponde a las revistas ubicadas en el 25% superior de su categoría, y son las de mayor SJR relativo.

7-6). Esto sugiere que, aunque muchas revistas tienen SJR moderado, son relevantes y competitivas dentro de sus campos específicos.

Tabla 7-6. Distribución por cuartil de las revistas científicas en las que se publicaron documentos relacionados con cambio climático en Colombia durante el periodo 2015–2025.

Cuartil	No. de revistas	Porcentaje (%)
Q1	674	53,5
Q2	317	25,2
Q3	143	11,3
Q4	125	10,0

Fuente. Elaboración propia.

El impacto de una publicación a nivel individual se estimó con el número de citas que registra cada documento en la base de datos donde se identificó. Los resultados muestran que 1.225 documentos (30,2%) aún no registran citas, mientras que 746 (18,4%) han sido citados una o dos veces. Por su parte, 1.517 documentos (37,4%) registran entre 3 y 20 citas, 524 (12,9%) entre 21 y 100 citas, y solo 45 documentos (1,1%) han sido citados en más de 100 ocasiones. Esto muestra una base amplia de publicaciones con visibilidad moderada o baja, junto con un grupo reducido de trabajos con mayor influencia científica.

La información sobre agencias financiadoras aparece reportada en 1.846 publicaciones. Entre las instituciones identificadas con mayor frecuencia se encuentran entidades nacionales, universidades, organismos internacionales, agencias de cooperación y centros de investigación (Tabla 7-7). Esto muestra que la investigación climática asociada con Colombia se sostiene mediante una combinación de financiación pública nacional, recursos universitarios, cooperación internacional y apoyo de agencias extranjeras.

Tabla 7-7. Principales financiadores de documentos publicados sobre del cambio climático en Colombia desde 2015 a 2025

Financiador	Origen	No. de publicaciones
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [A]	Colombia	300
Universidad Nacional de Colombia	Colombia	137
Unión Europea	Europa	122
National Science Foundation	Estados Unidos	94
Consultative Group for International Agricultural Research, CGIAR	Internacional	77
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	Brasil	64

Financiador	Origen	No. de publicaciones
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)	Brasil	49
Universidad de Antioquia	Colombia	46
Universidad del Valle	Colombia	39
Sistema General de Regalías	Colombia	41
Natural Environment Research Council	Reino Unido	38
Universidad de los Andes	Colombia	38
National Aeronautics and Space Administration (NASA)	Estados Unidos	31
Consorcio Colombia	Colombia	28
Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades	España	28
Pontificia Universidad Javeriana	Colombia	27
Ministerio de Educación Nacional	Colombia	26
Fulbright Program	Estados Unidos	26
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Colombia	24
Agrosavia	Colombia	23
Ecopetrol S.A.	Colombia	23
International Development Research Centre, IDRC	Canadá	23
World Bank	Internacional	22
United States Agency for International Development (USAID)	Estados Unidos	22
Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT)	México	21
UK Research and Innovation (UKRI)	Reino Unido	21
Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)	Alemania	21
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)	Brasil	19
Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT)	Chile	17
ICETEX	Colombia	16

Notas. A. Se aclara que estas publicaciones se han realizado a través de la financiación de programas y proyectos de ciencia, tecnología e innovación.

Fuente. Elaboración propia.

7.5.6. Autores y continuidad investigativa

La investigación sobre cambio climático en Colombia es principalmente una actividad colaborativa. De las 4.057 publicaciones identificadas, solo el 10,4 % (419) fue escrito por una sola persona. En contraste, el 66,5 % (2.700) fue elaborado por equipos de dos a cinco autores, y el 23,1 % (938) por equipos de seis o más autores. Esto sugiere que una parte importante de la investigación requiere trabajo colectivo, posiblemente por tratarse de temas interdisciplinarios, estudios con trabajo de campo, análisis de datos complejos, colaboración entre instituciones o participación de investigadores de diferentes áreas.

Al observar la participación individual, se identificaron 13.756 autores. La mayoría tuvo una participación ocasional: el 82,0 % (11.288) aparece en una sola publicación. En cambio, el 16,3 % (2.238 investigadores) registra entre 2 y 5 publicaciones; el 1,4 % (194) entre 6 y 10 publicaciones; y solo el 0,3 % (36) tiene 11 o más publicaciones. Este último grupo puede interpretarse como el núcleo más constante o especializado de investigadores en cambio climático dentro del conjunto analizado.

Estos resultados muestran que el campo cuenta con una comunidad amplia de personas que han participado en la elaboración de las publicaciones, pero que la continuidad investigativa está concentrada en un grupo pequeño de autores. Para el país, esto representa una oportunidad y un reto: ampliar la base de participación es positivo, pero también es necesario fortalecer trayectorias sostenidas de investigación, redes estables y capacidades institucionales de largo plazo.

7.5.7. Tesis de pregrado y posgrado

Las tesis reflejan capacidades en formación, nuevas preguntas de investigación y vínculos entre universidades, territorios y problemas climáticos específicos. Estas no deben interpretarse solo como producción académica, sino también como parte de la construcción de capacidades nacionales para comprender y responder al cambio climático.

En la consulta de OpenAire, se recopilaron 1.521 trabajos de tesis relacionados con cambio climático en Colombia. De estos, 257 corresponden a tesis de doctorado (16,9 %), 814 a tesis de maestría (53,5 %) y 378 a tesis de pregrado (24,8 %). En 72 documentos (4,7 %) no se especifica el tipo de tesis. La distribución de tesis por año de 2015 a 2025 se presenta en la Figura 7-5.

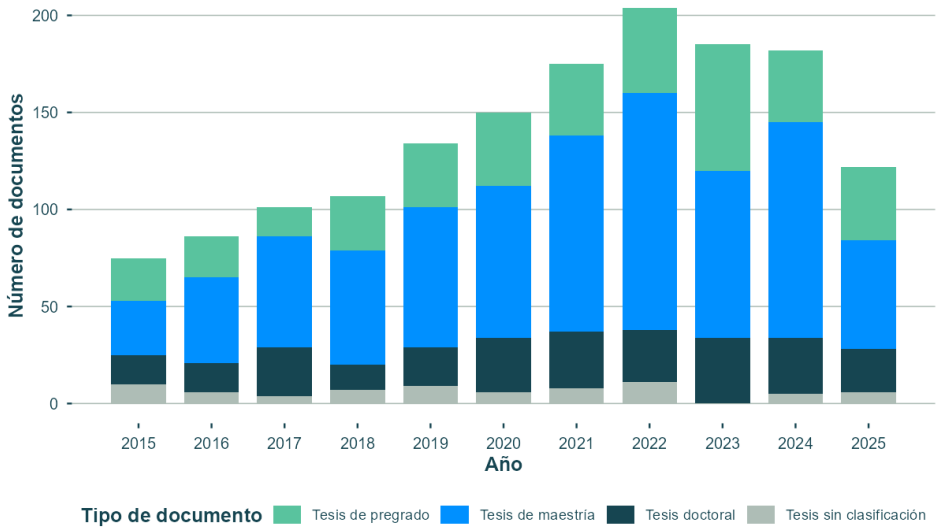


Figura 7-5. Tesis de pregrado y posgrado relacionadas con el cambio climático en Colombia entre 2015 y 2025

Fuente. Elaboración propia.

Entre las tesis encontradas, solo cinco están asociadas a instituciones de dos o más países. El resto, 1.516 documentos, se asocia a una o más instituciones de un mismo país. En total, se identificaron 29 países de afiliación, siendo Colombia el más frecuente con 1.214 documentos (79,8 %), seguido de España con 121 (8,0 %), Estados Unidos con 26 (1,7 %), Alemania con 20 (1,3 %) y Reino Unido con 19 (1,3 %). La distribución de tesis por país de afiliación entre los años 2015 y 2025 se presenta en la Figura 7-6.

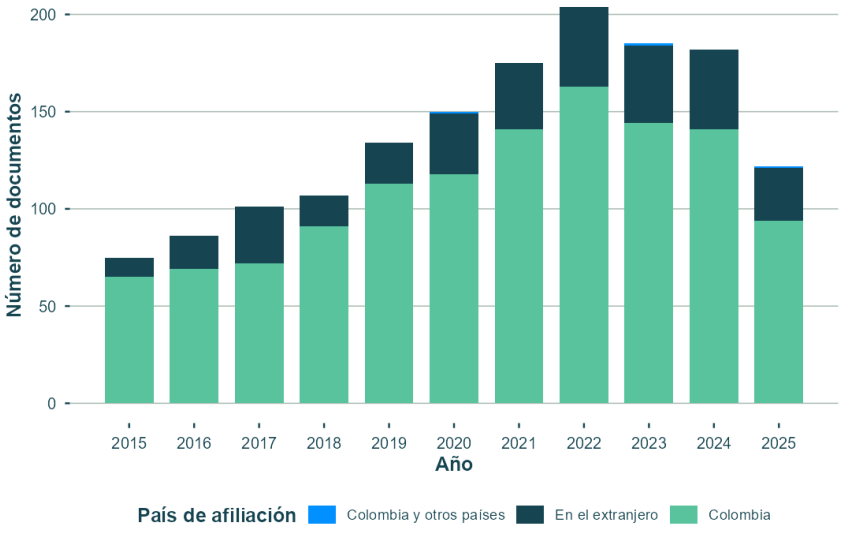


Figura 7-6. Documentos de tesis por país de afiliación entre 2015 y 2025.

Fuente. Elaboración propia.

A nivel institucional, 1.427 documentos de tesis (93,8 %) fueron realizados por autores afiliados a una única institución, y 94 (6,2 %) por investigadores de dos o más instituciones. En total, se identificaron 247 instituciones. Las instituciones con mayor participación en tesis de pregrado y posgrado sobre cambio climático en Colombia se muestran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

Para la clasificación disciplinar de las tesis, se siguió la misma estrategia que con los documentos publicados, utilizando la clasificación FORD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2015). Esta distribución por clasificación principal y secundaria es presentada en la Tabla 7-8, mientras que el comportamiento de las frecuencias por categoría principal a lo largo del tiempo se muestra en la Figura 7-7.

Tabla 7-8. Distribución de los trabajos de tesis por categoría principal y secundaria FORD

Categoría principal	Número de documentos [A]	Categoría Secundaria	Número de documentos [A]
Ciencias naturales	337 (22,2 %)	Matemáticas	3 (0,2 %)
		Ciencias de la Información y la Comunicación	6 (0,4 %)
		Ciencias Físicas	2 (0,1 %)
		Ciencias Químicas	6 (0,4 %)
		Ciencias de la Tierra y Ciencias relacionadas con el medio ambiente	173 (11,4 %)
		Ciencias Biológicas	147 (9,7 %)
Ingeniería y Tecnología	198 (13,1 %)	Ingeniería Civil	60(3,9 %)
		Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Informática	57 (3,8 %)
		Ingeniería Mecánica	3 (0,2 %)
		Ingeniería de los Materiales	7 (0,5 %)
		Ingeniería Ambiental	52 (3,4 %)
		Otras ingenierías y tecnologías	19 (1,4 %)
Ciencias Médicas y de la Salud	96 (6,3 %)	Medicina básica	2 (0,1 %)
		Medicina Clínica	14 (0,9 %)
		Ciencias de la salud	80 (5,3 %)
Ciencias Agrícolas y Veterinarias	142 (9,3 %)	Agricultura, Silvicultura y Pesca	127 (8,3 %)
		Ciencia Animal y de los Lácteos	15 (1,0 %)
Ciencias sociales	720 (47,3 %)	Psicología y Ciencias Cognitivas	6 (0,4 %)
		Economía y Comercio	164 (10,8 %)
		Educación	53 (3,5 %)
		Sociología	106 (7,0 %)
		Derecho	83 (5,5 %)

Categoría principal	Número de documentos [A]	Categoría Secundaria	Número de documentos [A]
		Ciencia Política	47 (3,1 %)
		Geografía Social y Económica	203 (13,4 %)
		Medios de comunicación	11 (0,7 %)
		Otras ciencias sociales	47 (3,1 %)
Humanidades y Artes	28 (1,8 %)	Historia y Arqueología	9 (0,6 %)
		Lengua y Literatura	2 (0,1 %)
		Artes	14 (0,9 %)
		Otras ciencias humanas	3 (0,2 %)

Nota. A. Los números de documentos incluyen la cantidad de documentos y en paréntesis el porcentaje de documentos con respecto al número total, 1521.

Fuente. Elaboración propia.

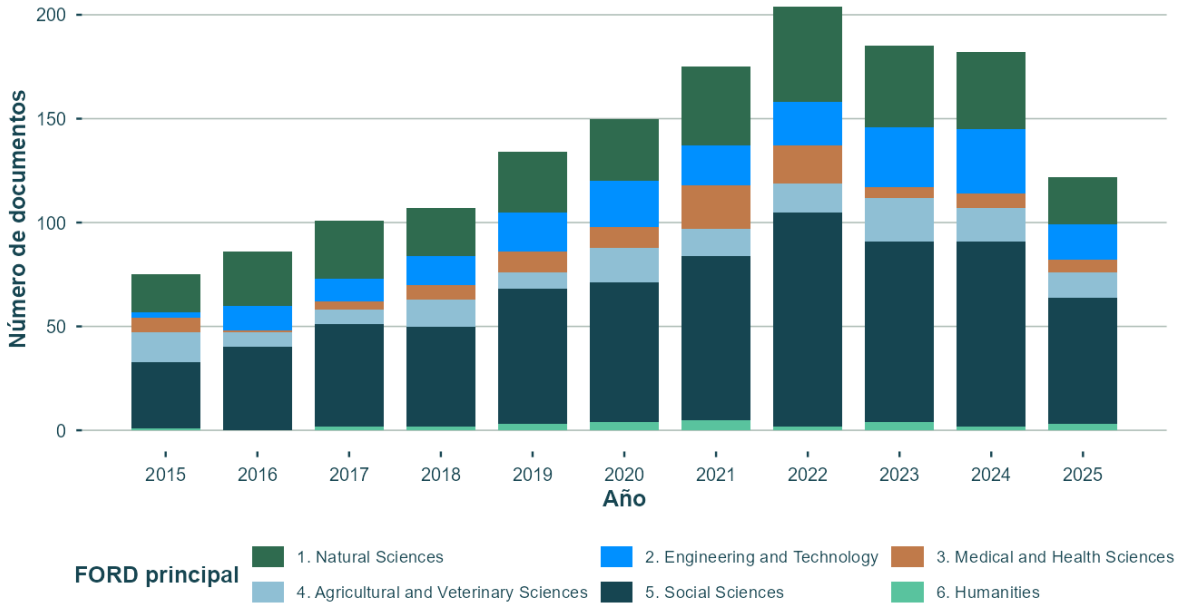


Figura 7-7. Distribución anual de documentos por categorías principales FORD desde 2015 a 2025

Fuente. Elaboración propia.

En conclusión, el panorama de la investigación científica sobre cambio climático muestra que Colombia cuenta con una base creciente de conocimiento que combina publicaciones científicas, tesis, colaboración institucional, redes internacionales, diversidad temática y capacidades académicas. Sin embargo, también evidencia retos importantes: concentración institucional, baja representación relativa de algunos temas estratégicos, limitada evidencia sobre implementación de políticas y necesidad de fortalecer la continuidad investigativa.

7.6. Capacidades nacionales para la investigación climática

Las capacidades nacionales para la investigación climática están conformadas por las personas, grupos, instituciones, y redes de colaboración que permiten estudiar el cambio climático, interpretar sus efectos y aportar información útil para la acción climática. En Colombia, estas capacidades son importantes porque ayudan a convertir los datos ambientales y climáticos en conocimiento aplicable a la adaptación, la mitigación, la gestión del riesgo, la planificación territorial y la transparencia climática.

Esta sección integra la caracterización de investigadores registrados en CvLAC y de grupos registrados en GrupLAC que trabajan en temas relacionados con cambio climático en Colombia. También, conecta estos resultados con el papel que cumplen la academia y los centros de investigación en la observación sistemática, especialmente en el análisis de datos, el desarrollo de modelos, las mediciones especializadas y la generación de servicios climáticos[72] para distintos sectores y territorios.

La caracterización de estas capacidades debe entenderse como una aproximación al ecosistema científico nacional asociado con el cambio climático. Los resultados no solo muestran cuántos investigadores y grupos existen, sino también cómo se distribuyen por formación, clasificación, áreas de conocimiento, instituciones, y departamentos. Esta información permite identificar fortalezas, concentraciones territoriales y retos para que el conocimiento climático sea más útil, incluyente y cercano a las necesidades del país.

7.6.1. Formación y clasificación de los investigadores

En CvLAC, se encontraron 4.934 investigadores que trabajan en temas relacionados con el cambio climático. La caracterización muestra que la comunidad investigadora seleccionada tiene un alto nivel de formación. La mayoría de los investigadores cuenta con doctorado como máximo nivel de formación, con el 64,9 %, seguida por quienes tienen maestría, con el 32,2 % (Figura 7-8). Esta composición indica una base importante de capital humano avanzado para estudiar problemas climáticos complejos, producir conocimiento especializado y apoyar procesos de análisis, modelación, monitoreo y evaluación.

72 Los servicios climáticos se definen como procesos sistemáticos de elaboración, traducción y entrega de información climática diseñada para responder a las necesidades específicas de diversos usuarios. En esencia, consisten en poner a disposición del público y de los tomadores de decisiones productos que incluyen información histórica, datos en tiempo real y proyecciones anticipadas sobre el tiempo, el clima, la variabilidad y el cambio climático.

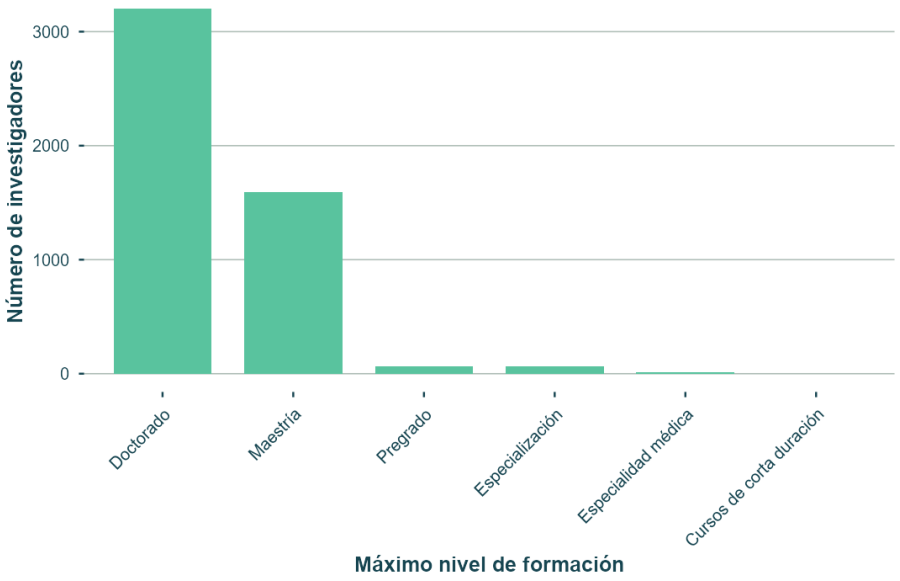


Figura 7-8. Distribución de los investigadores que trabajan en cambio climático en Colombia por máximo nivel de formación.

Fuente. Elaboración propia.

Según la clasificación de MinCiencias[73], la mayor proporción corresponde a investigadores junior, con el 50,1 %. Les siguen los investigadores asociados, con el 25,1 %, y los investigadores senior, con el 22,9 %. Los investigadores eméritos representan el 1,86 %. Esta distribución sugiere que el campo combina investigadores consolidados con una base amplia de investigadores en etapas intermedias o iniciales de trayectoria científica (Ministerio de Ciencia, 2024).

Esta estructura puede interpretarse como una oportunidad para fortalecer la continuidad de la investigación climática. La presencia de investigadores senior y asociados aporta experiencia acumulada, mientras que la proporción de investigadores junior indica una comunidad con potencial de crecimiento. Para que esta capacidad se consolide, es importante que existan redes de trabajo estables, proyectos de largo plazo, acceso a datos de calidad, financiamiento y vínculos más claros entre investigación, observación sistemática y necesidades de política pública.

73 Según el modelo de reconocimiento de MinCiencias, la clasificación de los investigadores se basa en la información registrada en CvLAC y considera principalmente la formación académica, la producción académico-científica y el apoyo a la formación de recurso humano para la investigación (MinCiencias, 2024).
La categoría Junior reconoce investigadores con capacidades demostradas y una trayectoria en proceso de consolidación.
La categoría Asociado corresponde a investigadores con una producción científica o tecnológica más estable y experiencia en formación de recurso humano.
La categoría Sénior identifica trayectorias altamente consolidadas, con producción destacada, formación avanzada y contribuciones relevantes a la formación de nuevos investigadores.
La categoría Emérito representa el mayor nivel de reconocimiento, otorgado a investigadores con una trayectoria sobresaliente y aportes significativos al desarrollo científico, tecnológico o de innovación del país.

7.6.2. Áreas disciplinares de los investigadores

Para analizar las áreas disciplinares de los investigadores, se usaron las categorías "Gran Área" y "Área" de CvLAC, las cuales son comparables en buena medida con las categorías principales y secundarias de los Ámbitos de Investigación y Desarrollo (FORD) descritos por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2015). La distribución disciplinar de los investigadores es presentada en la Tabla 7-9.

Tabla 7-9. Investigadores que trabajan en cambio climático por gran área y área

Gran Área	Número de investigadores [A]	Área	Número de investigadores [A]
Ciencias Agrícolas	580 (11,7 %)	Agricultura, Silvicultura y Pesca	343 (7,0 %)
		Biotecnología Agrícola	29 (0,6 %)
		Ciencias Animales y Lechería	90 (1,8 %)
		Ciencias Veterinarias	66 (1,3 %)
		Otras Ciencias Agrícolas	52 (1,1 %)
Ciencias Médicas y de la Salud	272 (5,5 %)	Biotecnología en Salud	10 (0,2 %)
		Ciencias de la Salud	196 (4,0 %)
		Medicina Básica	22 (0,4 %)
		Medicina Clínica	33 (0,7 %)
		Otras Ciencias Médicas	11 (0,2 %)
Ciencias Naturales	1.400 (28,4 %)	Ciencias Biológicas	738 (15,0 %)
		Ciencias Físicas	55 (1,1 %)
		Ciencias Químicas	150 (3,0 %)
		Ciencias de la Tierra y Medioambientales	316 (6,4 %)
		Computación y Ciencias de la Información	61 (1,2 %)
		Matemática	61 (1,2 %)
		Otras Ciencias Naturales	19 (0,4 %)
Ciencias Sociales	1.197 (24,3 %)	Ciencias Políticas	85 (1,7 %)
		Ciencias de la Educación	216 (4,4 %)
		Derecho	167 (3,4 %)
		Economía y Negocios	362 (7,3 %)
		Geografía Social y Económica	87 (1,8 %)
		Sociología	68 (1,4 %)
		Periodismo y Comunicaciones	49 (1,0 %)

Gran Área	Número de investigadores [A]	Área	Número de investigadores [A]
		Psicología	54 (1,1 %)
		Otras Ciencias Sociales	109 (2,2 %)
Humanidades	222 (4,5 %)	Arte	139 (2,8 %)
		Historia y Arqueología	17 (0,3 %)
		Idiomas y Literatura	9 (0,2 %)
		Otras Humanidades	53 (1,1 %)
		Otras historias	4 (0,1 %)
Ingeniería y Tecnología	1.263 (25,6 %)	Biotecnología Ambiental	19 (0,4 %)
		Biotecnología Industrial	16 (0,3 %)
		Ingeniería Ambiental	226 (4,6 %)
		Ingeniería Civil	138 (2,8 %)
		Ingeniería Mecánica	117 (2,4 %)
		Ingeniería Médica	9 (0,2 %)
		Ingeniería Química	157 (3,2 %)
		Ingeniería de los Materiales	44 (0,9 %)
		Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática	287 (5,8 %)
		Nanotecnología	19 (0,4 %)
		Otras Ingenierías y Tecnologías	231 (4,7 %)

Nota. A. Los números de investigadores incluyen la cantidad y en paréntesis el porcentaje de investigadores con respecto al número total, 4934.

Fuente. Elaboración propia.

Esta distribución confirma que la investigación climática en Colombia no se limita a las ciencias naturales. Aunque estas siguen siendo fundamentales para comprender el sistema climático, los ecosistemas, el agua, los bosques y la biodiversidad, también existe una participación importante de la ingeniería, las ciencias sociales, las ciencias agrícolas, la salud y las humanidades. Esto es clave porque el cambio climático no solo es un fenómeno físico o ambiental; afecta también la economía, la salud, la infraestructura, los territorios, los medios de vida, las instituciones y las decisiones sociales.

La presencia de múltiples disciplinas constituye una fortaleza para el país. Sin embargo, también exige mejores mecanismos de articulación entre disciplinas, instituciones y sistemas de información. La investigación climática requiere integrar enfoques biofísicos, tecnológicos, sociales, económicos y territoriales para responder a preguntas complejas sobre vulnerabilidad, adaptación, mitigación, pérdidas y daños, transición energética, conservación, salud y bienestar.

Afiliación institucional y distribución territorial de investigadores

En total, 4.866 investigadores (98,6 %) están asociados a instituciones colombianas, mientras que 68 (1,38 %) están vinculados con instituciones en el exterior. Entre estos últimos, se identificaron 22 países diferentes. Los que tienen más investigadores afiliados son Estados Unidos, con 20; España, con 7; México, con 6; Alemania, con 5; y Argentina, Brasil y Chile, con 4 investigadores cada uno.

Dentro de Colombia, la distribución territorial muestra una concentración importante. En Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Atlántico se localiza el 61,6 % de los investigadores (Figura 7-9). Al normalizar por población, las tasas más altas de investigadores por 100.000 habitantes se encuentran en Bogotá, D. C., Caldas, Boyacá, Risaralda, Santander, Caquetá y Antioquia (Figura 7-10). Para mayor detalle de la distribución geográfica de las capacidades de investigación en cambio climático, ver las tablas del Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

Estos resultados permiten ver dos aspectos complementarios. Por un lado, el país cuenta con núcleos fuertes de investigación climática en algunos departamentos y ciudades. Por otro lado, la concentración territorial plantea el reto de fortalecer capacidades en regiones donde los impactos climáticos pueden ser altos, pero la presencia de investigadores es menor.

Esto es especialmente importante para avanzar hacia una investigación más conectada con las realidades de la Amazonia, la Orinoquía, el Pacífico, las zonas costeras, la alta montaña, los territorios rurales y los municipios con mayor vulnerabilidad.

A nivel institucional, se identificaron 490 instituciones de afiliación de investigadores que trabajan en temas de cambio climático. La mayoría de estas instituciones, 266 (54,3 %), cuenta con un solo investigador, y 97 (19,8 %) tienen entre dos y cinco investigadores. En contraste, seis instituciones (1,22 %) cuentan con más de 100 investigadores vinculados con cambio climático; 58 instituciones (11,8 %) tienen entre 21 y 100; y 63 (12,9 %) entre 6 y 20. Las instituciones con mayor cantidad de investigadores que trabajan o han trabajado en cambio climático se muestran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

Seis instituciones abarcan el 24,6% de los investigadores. Esta concentración muestra la importancia de las universidades y centros de investigación como base de las capacidades climáticas nacionales, pero también la necesidad de fortalecer redes entre instituciones con alta, media y baja participación.

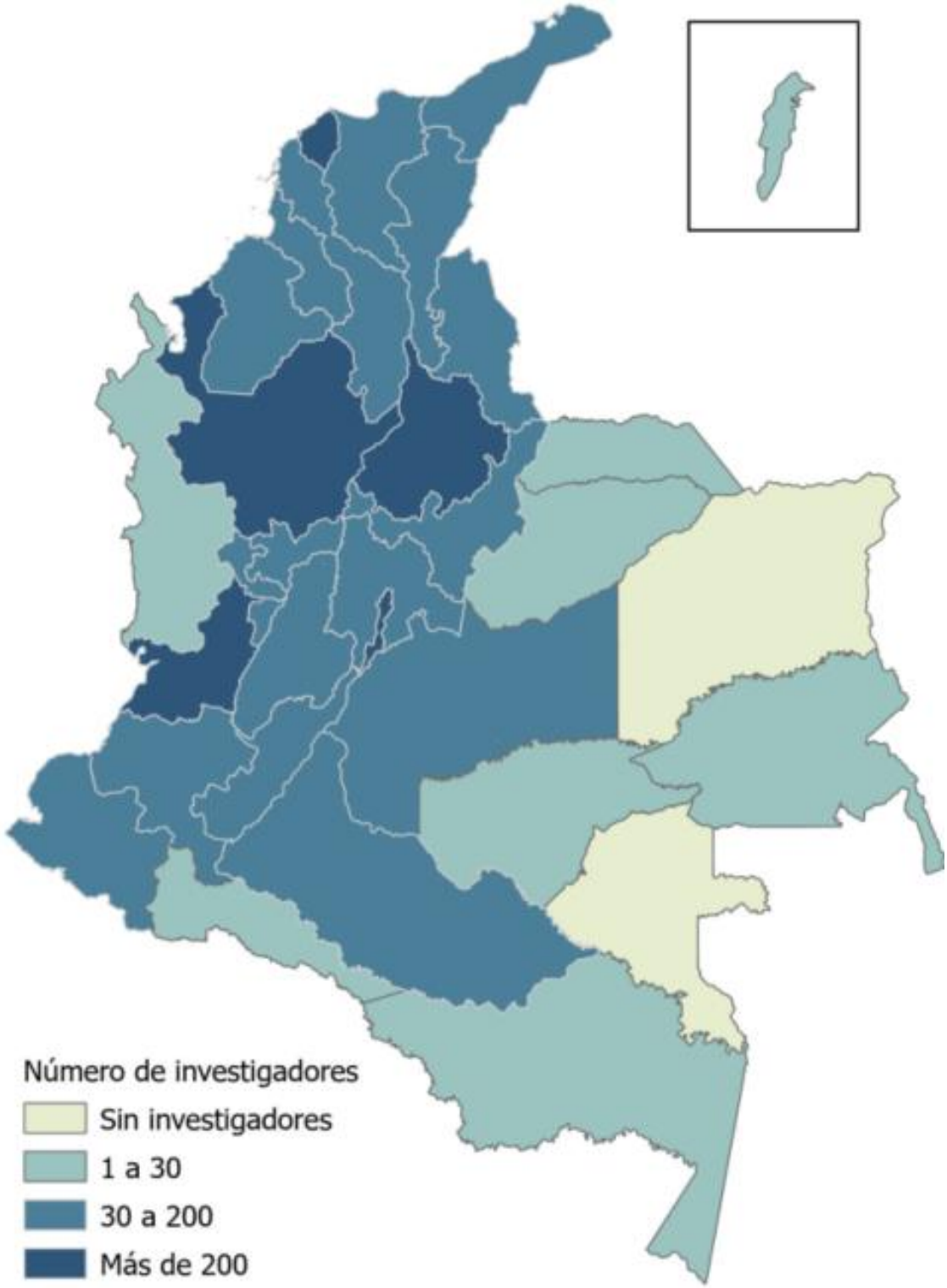


Figura 7-9. Distribución por departamento de los investigadores que trabajan en cambio climático.

Fuente. Elaboración propia.

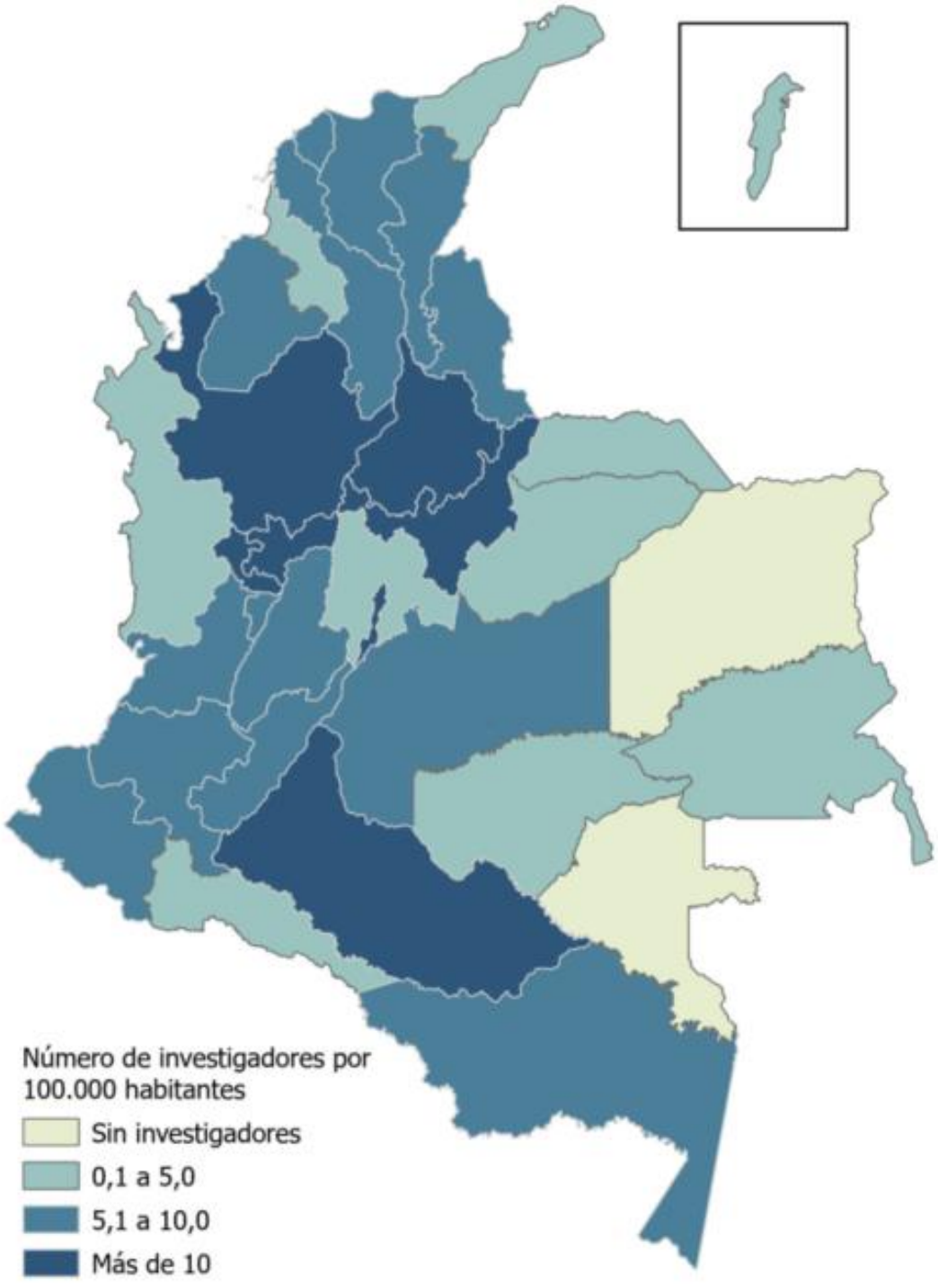


Figura 7-10. Distribución por departamento de la cantidad de investigadores que trabajan en cambio climático por 100.000 habitantes.

Fuente. Elaboración propia.

7.6.3. Grupos de investigación registrados en GrupLAC

Los grupos de investigación son una expresión central de las capacidades científicas del país, porque reúnen equipos de trabajo, líneas de investigación, experiencia acumulada, producción académica y vínculos institucionales. En GrupLAC, se encontraron 543 grupos de investigación que trabajan en temas relacionados con cambio climático en Colombia.

Según la categorización de MinCiencias[74], alrededor de la mitad de los grupos seleccionados (48,6 %) se encuentra en las categorías A1 o A (Figura 7-11). Este resultado indica que una proporción importante de los grupos que trabajan en cambio climático cuenta con reconocimiento de alta calidad dentro del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Al mismo tiempo, la existencia de grupos en diferentes categorías muestra una comunidad amplia, con niveles diversos de consolidación.

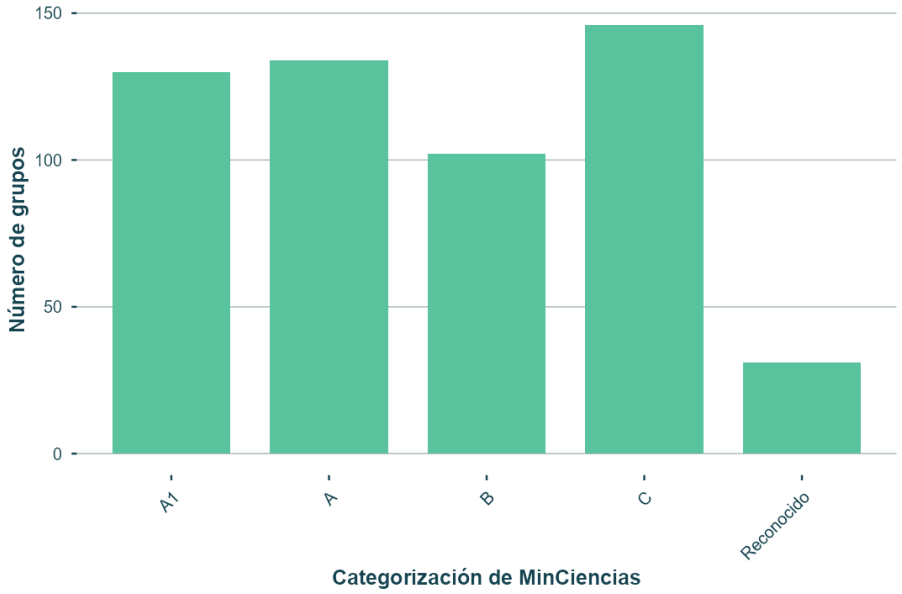


Figura 7-11. Distribución de los grupos de investigación que trabajan en cambio climático en Colombia por categorización de MinCiencias.

Fuente. Elaboración propia.

74 La categorización se aplica únicamente a los grupos que cumplen los requisitos para ser reconocidos y que se inscriben para ser medidos. Las categorías vigentes son A1, A, B, C y Reconocido sin clasificar (MinCiencias, 2024).
Las categorías A1 y A corresponden a grupos con mayor trayectoria, producción científica, cohesión, formación de recurso humano y participación de investigadores consolidados.
La categoría B agrupa a equipos con una trayectoria intermedia y producción relevante.
La categoría C reúne grupos que cumplen condiciones básicas de reconocimiento, producción y formación.
Los grupos "Reconocido - Sin Clasificar" hacen parte del sistema porque cumplen los criterios mínimos para ser reconocidos, pero no alcanzan los requisitos necesarios para ubicarse en las categorías A1, A, B o C.
Esta clasificación se realiza de forma comparativa dentro de grandes áreas del conocimiento, por lo que refleja el nivel relativo de consolidación de cada grupo frente a otros de su misma área.

7.6.4. Áreas de conocimiento y afiliación de los grupos de investigación

La distribución temática de los grupos de investigación muestra una presencia destacada de ingeniería y tecnología (44,6 %), seguida de ciencias naturales (26,7 %), y ciencias sociales (12,9 %) (Tabla 7-10).

Tabla 7-10. Grupos de investigación que trabajan en cambio climático por gran área y área

Gran Área	Número de grupos [A]	Área	Número de grupos [A]
Ciencias Agrícolas	51 (9,4 %)	Agricultura, Silvicultura y Pesca	24 (4,4%)
		Biotecnología Agrícola	4 (0,7%)
		Ciencias Animales y Lechería	5 (0,9%)
		Ciencias Veterinarias	6 (1,1%)
		Otras Ciencias Agrícolas	12 (2,2%)
Ciencias Médicas y de la Salud	17 (3,1 %)	Ciencias de la Salud	13 (2,4%)
		Medicina Básica	1 (0,2%)
		Medicina Clínica	3 (0,6%)
Ciencias Naturales	145 (26,7 %)	Ciencias Biológicas	48 (8,8%)
		Ciencias Físicas	11 (2,0%)
		Ciencias Químicas	14 (2,6%)
		Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente	52 (9,6%)
		Computación y Ciencias de la Información	3 (0,6%)
		Matemática	7 (1,3%)
		Otras Ciencias Naturales	10 (1,8%)
Ciencias Sociales	70 (12,9 %)	Ciencias Políticas	4 (0,7%)
		Ciencias de la Educación	7 (1,3%)
		Derecho	10 (1,8%)
		Economía y Negocios	17 (3,1%)
		Geografía Social y Económica	9 (1,7%)
		Psicología	1 (0,2%)
		Otras Ciencias Sociales	22 (4,1%)
Humanidades	18 (3,3 %)	Arte	10 (1,8%)
		Historia y Arqueología	1 (0,2%)
		Otras Humanidades	7 (1,3%)
Ingeniería y Tecnología	242 (44,6 %)	Biotecnología Ambiental	3 (0,6%)
		Biotecnología Industrial	3 (0,6%)
		Ingeniería Ambiental	37 (6,8%)
		Ingeniería Civil	16 (2,9%)

Gran Área	Número de grupos [A]	Área	Número de grupos [A]
		Ingeniería Mecánica	24 (4,4%)
		Ingeniería Médica	2 (0,4%)
		Ingeniería Química	17 (3,1%)
		Ingeniería de los Materiales	7 (1,3%)
		Ingenierías Eléctrica, Electrónica e Informática	66 (12,2%)
		Otras Ingenierías y Tecnologías	67 (12,3%)

Nota. A. Los números de grupos incluyen la cantidad y en paréntesis el porcentaje de grupos con respecto al número total, 543.

Fuente. Elaboración propia.

En términos institucionales, se identificaron 225 instituciones que avalan grupos de investigación relacionados con cambio climático. Entre ellas, 139 instituciones tienen un solo grupo (61,8 %), y 61 tienen entre dos y cinco grupos (27,1 %). Por otro lado, solo 25 instituciones (11,1 %) tienen más de cinco grupos de investigación relacionados con cambio climático. Entre estas últimas, se encuentran universidades nacionales y regionales, instituciones de formación técnica y tecnológica, y centros con diversas trayectorias. Las instituciones con mayor cantidad de grupos que trabajan en cambio climático se presentan en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.6.5. Distribución territorial de los grupos de investigación

La distribución de los grupos de investigación también muestra una concentración territorial. En Bogotá, Antioquia, Santander, Valle del Cauca y Atlántico se localiza el 58,1 % de los grupos (Figura 7-12). Para mayor detalle de la distribución geográfica de las capacidades de investigación en cambio climático, ver las tablas del Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

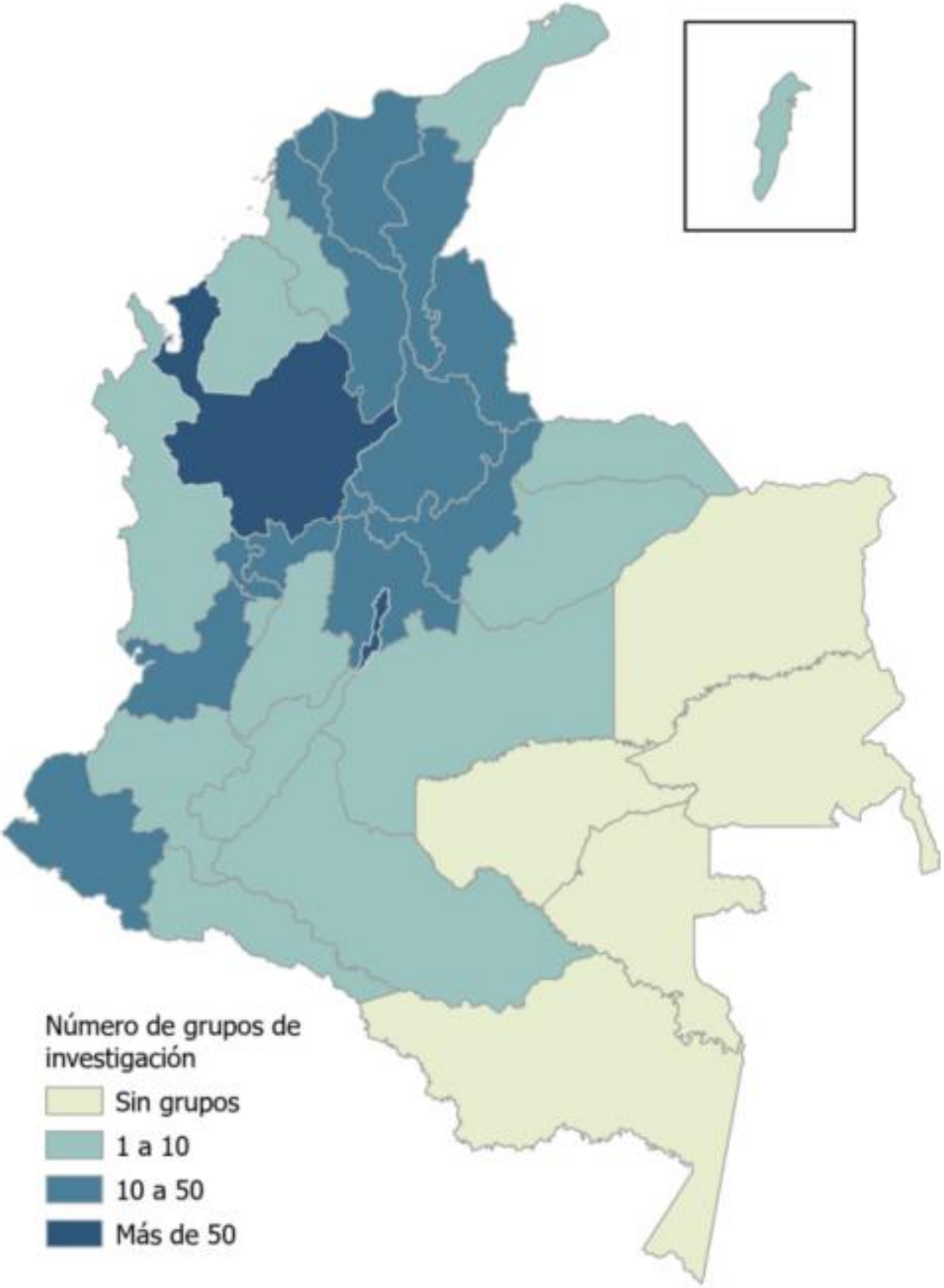


Figura 7-12. Distribución por departamento de los grupos de investigación que trabajan en cambio climático en Colombia entre 2015 y 2025.

Fuente. Elaboración propia.

Esta distribución guarda relación con la ubicación de universidades, centros de investigación y capacidades institucionales consolidadas. Sin embargo, también muestra la necesidad de fortalecer grupos en territorios donde los efectos del cambio climático pueden ser críticos y donde se requieren capacidades locales para producir, interpretar y usar información.

La presencia de grupos en distintas regiones constituye una base para avanzar hacia redes nacionales más integradas. Estas redes podrían conectar instituciones con alta capacidad investigativa con universidades regionales, autoridades ambientales, institutos de investigación, comunidades y sectores productivos. Esta articulación permitiría fortalecer la producción de conocimiento local, mejorar el uso de datos de observación sistemática y responder mejor a las prioridades de adaptación y mitigación de cada región.

7.7. Comparación con el análisis cienciométrico de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático

7.7.1. Consideraciones metodológicas para la comparación

El análisis cienciométrico de este documento (para 2015 a 2025) se comparó con el estudio realizado en 2016 para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, centrado en el periodo 2010-2015 (Colciencias et al., 2016). Esta comparación debe entenderse como una comparación entre dos aproximaciones metodológicas, y no como una serie temporal continua y estrictamente equivalente. Ambos estudios difieren en sus ventanas de observación, bases bibliográficas, términos de búsqueda, tratamiento de registros duplicados, inclusión de literatura gris y criterios de clasificación temática. En consecuencia, las cifras deben interpretarse con cautela y, cuando corresponda, como indicadores de tendencia más que como estimaciones directamente comparables (Colciencias et al., 2016; Donthu et al., 2021; Hicks et al., 2015).

El estudio cienciométrico de 2010-2015 (Colciencias et al., 2016) utilizó WoS, Scopus y SciELO para identificar documentos científicos relacionados con el cambio climático en Colombia. En contraste, el presente estudio emplea WoS, Scopus y OpenAlex para analizar la producción científica indexada, y OpenAIRE para examinar tesis de pregrado y posgrado.

La sustitución de SciELO por OpenAlex modifica la cobertura de revistas regionales, documentos con DOI, idiomas, metadatos y tipos documentales.

OpenAlex constituye una fuente valiosa para ampliar la cobertura y mejorar la reproducibilidad del análisis cienciométrico, debido a su carácter abierto, su API y la disponibilidad de datos descargables. No obstante, su uso requiere una fase rigurosa de control de calidad, porque la integración de metadatos desde múltiples fuentes puede generar duplicados, inconsistencias en DOI, variaciones en nombres de autores e instituciones, errores en la clasificación de los tipos de documentos y registros temáticamente ambiguos (Culbert et al., 2025; Pranckutė, 2021).

Entre los dos estudios cienciométricos, existen diferencias en la estrategia de búsqueda. El estudio de 2010-2015 utilizó 18 descriptores en inglés y español, mientras que el presente análisis amplio a 34 términos en inglés e incorporó temas como erosión costera, eventos extremos, inundaciones, carbono azul, acidificación oceánica, resiliencia climática, alcalinidad oceánica y adaptación basada en ecosistemas. Esta ampliación mejora la sensibilidad temática de la búsqueda, aunque también puede incrementar la presencia de falsos positivos. Por ello, se realizó una depuración manual de títulos, resúmenes y palabras clave. Además, el uso del DOI como criterio central para integrar registros y evitar duplicados fortalece la trazabilidad del análisis, aunque puede sub-representar publicaciones regionales, capítulos, libros, y documentos que no tengan un identificador persistente.

Por estas razones, el año 2015 no debe interpretarse como un punto de empalme directo entre las dos series. El estudio de 2010-2015 reportó 205 documentos para ese año, mientras que el presente estudio identificó 144 documentos para el mismo periodo (Tabla 7-11). Esta diferencia no necesariamente indica una disminución real de la producción científica, sino una discontinuidad metodológica asociada con las bases consultadas, los criterios de depuración, la inclusión o exclusión de documentos sin DOI y la definición de la pertinencia temática. Para construir una serie 2010-2025 estrictamente comparable, se requeriría reprocesar ambos periodos con una única estrategia de búsqueda, las mismas bases, reglas homogéneas de eliminación de duplicados y una clasificación temática común.

Tabla 7-11. Síntesis comparativa entre el estudio cienciométrico de 2010-2015 y el presente estudio.

Dimensión	Estudio de 2010-2015	Presente estudio, 2015-2025
Producción científica	822 documentos únicos en WoS, Scopus y SciELO.	4.057 documentos en WoS, Scopus y OpenAlex.
Crecimiento temporal	84 documentos en 2010 y 205 en 2015; TMAC68 aproximada de 19,5%.	144 documentos en 2015 y 651 en 2025; TMAC68 reportada de 16,28%.
Colaboración internacional	Cercana a dos tercios de la producción científica encontrada.	Entre las publicaciones que tienen participación de instituciones colombianas, 41,2% son hechas en colaboración internacional.
Capacidad nacional	495 investigadores y 165 grupos.	4.934 investigadores y 543 grupos.

Dimensión	Estudio de 2010-2015	Presente estudio, 2015-2025
Temáticas	Predominio de ciencias ambientales, ecología, meteorología, geociencias, biodiversidad, silvicultura, agua y agricultura.	Más de la mitad de las publicaciones se concentra en ciencias naturales, pero también se registra producción relevante en ciencias sociales, ciencias agrícolas, ingeniería y tecnología.

Fuente. Elaboración propia.

Los dos estudios también difieren en el tratamiento de la literatura gris. El estudio de 2010-2015 incluyó una medición de la producción institucional y de política pública mediante la revisión de 97 publicaciones institucionales. En cambio, el estudio de 2015-2025 incorporó una aproximación a la formación de capacidades académicas mediante el análisis de tesis de pregrado y posgrado recuperadas en OpenAIRE.

7.7.2. Tendencias de la producción científica y las capacidades nacionales de la investigación sobre cambio climático en Colombia

La comparación entre los dos estudios cienciométricos muestra un aumento sustancial en la escala de la investigación sobre cambio climático en Colombia. El estudio de 2010-2015 identificó 822 documentos únicos, con un promedio aproximado de 137 documentos por año. Por su parte, el presente estudio identificó 4.057 documentos para el periodo 2015-2025, con un promedio aproximado de 369 documentos por año (Tabla 7-11). Esta diferencia evidencia una expansión clara del volumen de publicaciones, aunque no debe interpretarse como una multiplicación exacta de la productividad nacional debido a los cambios en la metodología de los estudios.

La colaboración internacional aparece como una característica persistente de la investigación sobre cambio climático en Colombia. En el estudio de 2010-2015, la producción científica mostró un alto grado de internacionalización, con participación destacada de Estados Unidos, Reino Unido, España, Alemania, Australia, Brasil, Francia, México y Países Bajos. En el estudio de 2015-2025, el 41,2% de los documentos con participación institucional colombiana fue elaborado en colaboración con instituciones extranjeras. Sin embargo, estas cifras no permiten medir el liderazgo colombiano en las colaboraciones. Para avanzar en esa dirección, sería necesario analizar indicadores como la autoría de correspondencia, primera autoría, afiliación del autor líder, liderazgo de proyectos y conteo fraccionado de instituciones y países[75]. Estos indicadores permitirían

75 La autoría de correspondencia y la primera autoría ayudan a identificar quién lidera la comunicación académica del estudio y quién tuvo un papel central en su desarrollo intelectual. La afiliación del autor líder permite establecer si ese liderazgo proviene de instituciones colombianas o extranjeras. De manera complementaria, el análisis del liderazgo de proyectos permite reconocer qué actores coordinan agendas de investigación, financiamiento y generación de capacidades. Finalmente, el conteo fraccionado de

diferenciar entre participación, coordinación y liderazgo efectivo dentro de las redes de investigación.

En términos institucionales, la Universidad Nacional de Colombia se mantiene como el actor central en ambos estudios cienciométricos. Persiste la participación de instituciones como la Universidad de los Andes, la Universidad de Antioquia, la Universidad del Valle, la Pontificia Universidad Javeriana y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). No obstante, el periodo 2015-2025 muestra una ampliación del ecosistema hacia universidades regionales, institutos ambientales, centros sectoriales, entidades agropecuarias y empresas. Esta diversificación es positiva porque amplía la base de capacidades del país, aunque no elimina la concentración territorial e institucional, dado que Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Atlántico siguen agrupando una proporción importante de investigadores y grupos.

La estructura temática muestra tanto continuidad como cambio. La continuidad se observa en el papel central de las ciencias naturales, las ciencias ambientales, la ecología, la biodiversidad, los bosques, la agricultura, el agua y la variabilidad climática. Estos temas siguen siendo el núcleo del campo debido a la alta exposición de Colombia a cambios en precipitación, temperatura, ecosistemas, recursos hídricos, bosques, costas, biodiversidad y sistemas productivos. El cambio se expresa en la mayor presencia de otras áreas como ingeniería, economía, ciencias sociales, ciencia política, sostenibilidad, entre otros. Esta diversificación refleja una transición desde una agenda centrada principalmente en la caracterización biofísica y los impactos hacia una agenda más orientada a soluciones, adaptación, mitigación, transición energética, resiliencia, sistemas productivos, gobernanza y toma de decisiones.

La circulación del conocimiento también evidencia transformaciones importantes. En el estudio de 2010-2015, se observó que, aunque una parte relevante de la producción circulaba en revistas internacionales de alta visibilidad (con 51% de las revistas clasificadas en Q1), también existía una participación significativa de revistas nacionales y regionales. En el periodo 2015-2025, esta circulación se amplió y diversificó. Los documentos se distribuyeron en más de 1.700 fuentes, incluidas revistas científicas, compilaciones, libros y otros tipos de publicaciones periódicas. Aunque esta diversidad de fuentes puede aumentar la visibilidad del conocimiento en múltiples espacios académicos, también plantea el reto de consolidar un núcleo nacional de referencia que reúna, sintetice y haga visible la evidencia científica más relevante para orientar políticas de adaptación, mitigación, gestión del riesgo y planificación climática.

instituciones y países evita sobreestimar la contribución de cada actor en publicaciones con múltiples afiliaciones, ya que distribuye el peso del documento entre los participantes. En conjunto, estos indicadores permitirían saber si el crecimiento de la producción científica refleja una mayor autonomía y capacidad nacional de investigación, o si corresponde principalmente a participación colombiana dentro de redes lideradas desde el exterior.

Un cambio importante se observa en la capacidad nacional identificada. El estudio de 2010-2015 reportó 495 investigadores y aproximadamente 165 grupos. El presente estudio identificó 4.934 investigadores y 543 grupos con evidencia temática directamente relacionada con cambio climático. Esta diferencia no debe interpretarse como crecimiento puro, ya que intervienen cambios en las plataformas consultadas (CvLAC y GrupLAC), los términos de búsqueda, el reconocimiento vigente, los criterios de selección y la disponibilidad de información. Aun así, el aumento de investigadores y grupos es consistente con la expansión y diversificación evidenciada también en la producción científica.

En conclusión, la comparación entre los dos estudios cienciométricos muestra una trayectoria consistente de crecimiento y diversificación. Entre 2010 y 2015, la investigación sobre cambio climático en Colombia se encontraba en una fase de consolidación, con fuerte participación internacional y predominio de áreas ambientales, ecológicas, agrícolas, forestales e hidrometeorológicas. En el periodo 2015-2025, el campo aumentó su escala, amplió sus fuentes de publicación, diversificó su estructura temática y evidenció una capacidad nacional más amplia en investigadores y grupos. Esta evolución es coherente con la expansión global de la literatura en cambio climático y con el desplazamiento progresivo hacia investigaciones sobre adaptación, mitigación, resiliencia, sostenibilidad, riesgo, transición energética y toma de decisiones (Fu & Waltman, 2022; Haunschild et al., 2016).

7.8. Enfoque de género y equidad

El enfoque de género, equidad y conocimiento territorial permite comprender que el cambio climático no afecta de la misma manera a todas las personas, comunidades y territorios. Las diferencias en acceso a recursos, medios de vida, participación en la toma de decisiones, responsabilidades de cuidado, movilidad, pertenencia étnica, ruralidad, ubicación geográfica y capacidades institucionales pueden modificar la forma en que se experimentan los riesgos climáticos y la capacidad para responder a ellos.

7.8.1. Distribución por sexo en la comunidad investigativa en cambio climático en Colombia

Del total de investigadores que trabajan o han trabajado en temas de cambio climático en Colombia, 1.997 son de sexo femenino (40,5 %), 2.936 de sexo masculino (59,5 %) y un investigador se registra como intersexual (Para más información de la comunidad investigativa en cambio climático, ver sección 7.6). Al desagregar la distribución por sexo para cada nivel de formación, se encuentra que las mujeres representan el 38,2 % de los investigadores con doctorado y el 45,1 % de quienes tienen maestría (Tabla 7-12). En los niveles de clasificación de

MinCiencias73, la participación femenina es notablemente menor en las categorías más altas: 19,6 % entre investigadores eméritos y 30,8 % entre investigadores senior (Tabla 7-13).

Tabla 7-12. Distribución de investigadores por sexo para cada nivel máximo de formación

Nivel máximo de formación	Sexo	Número de investigadores	Porcentaje de cada nivel de formación (%)
Doctorado	Femenino	1.223	38,2
	Masculino	1.977	61,8
	Intersexual	1	0,03
Maestría	Femenino	717	45,1
	Masculino	874	54,9
Especialidad médica	Femenino	3	30
	Masculino	7	70
Especialización	Femenino	27	42,1
	Masculino	37	57,8
Pregrado	Femenino	27	40,3
	Masculino	40	59,7
Cursos de corta duración	Masculino	1	100

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 7-13. Distribución de investigadores por sexo para cada nivel de la clasificación de MinCiencias

Clasificación de MinCiencias	Sexo	Número de investigadores	Porcentaje de cada clasificación de MinCiencias (%)
Investigador Emérito	Femenino	18	19,6
	Masculino	74	80,4
Investigador Sénior	Femenino	349	30,8
	Intersexual	1	0,1
	Masculino	782	69,1
Investigador Asociado	Femenino	549	44,4
	Masculino	688	55,6
Investigador Junior	Femenino	1.081	43,7
	Masculino	1.392	56,3

Fuente. Elaboración propia.

Estos resultados deben leerse como una aproximación inicial y limitada. La información disponible no permite comprender de manera completa las desigualdades de género que pueden incidir en las trayectorias científicas. Tampoco, permite identificar los roles diferenciales en la producción de conocimiento, el acceso a financiación, la participación en redes de investigación, el liderazgo de proyectos o la relación entre investigación climática y los diferentes territorios. Además, la información no permite reconocer con detalle la

participación de mujeres rurales, indígenas, afrodescendientes, jóvenes, comunidades locales u otros grupos cuya experiencia puede ser clave para comprender los impactos diferenciados del cambio climático.

Por esta razón, la caracterización por sexo debe entenderse como un punto de partida, no como una medición completa del enfoque de género. Esta limitación muestra la necesidad de producir datos más desagregados y realizar análisis cualitativos que permitan fortalecer la transparencia climática y la toma de decisiones con enfoque diferencial.

7.8.2. Género y transparencia climática

El Seminario "Diálogos para una Acción Climática Inclusiva: Género, datos y decisiones transformadoras", realizado en Cali, constituyó un espacio relevante para fortalecer la investigación y la observación sistemática del cambio climático con enfoque de género en Colombia (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2025). Su principal aporte consistió en articular distintas corrientes de investigación, escalas de análisis y formas de producción de información, elementos necesarios para avanzar hacia una transparencia climática más integral, inclusiva y coherente con el Artículo 13 del Acuerdo de París (Figura 7-13).



Figura 7-13. Mapa de ponencias por territorio del Seminario Internacional Somos Clima participantes

Fuente. IDEAM (2025). Seminario Internacional Somos Clima, datos y decisiones transformadoras con enfoque de Género. Memorias.

Este seminario contribuyó a consolidar una comprensión de la transparencia climática que trasciende la cuantificación agregada de emisiones de GEI. Esta perspectiva reconoce la necesidad de comprender las dinámicas sociales,

territoriales y de género que influyen en la generación de emisiones, la vulnerabilidad climática y la efectividad de las medidas de mitigación y adaptación. En este sentido, la investigación climática con enfoque de género se reconoce como un componente estructural para mejorar la calidad, pertinencia y utilidad de la información climática reportada.

El encuentro reunió aportes de expertas internacionales y nacionales, así como de organizaciones académicas, institucionales y territoriales, que enriquecieron la investigación climática con enfoque de género desde múltiples perspectivas. Se destacan las contribuciones de Teresa Guerra (ONU Mujeres), en estadísticas de género para la acción climática; de Lorena Aguilar (Kaschak Institute for Social Justice for Women and Girls, Universidad de Binghamton), sobre el recorrido institucional del enfoque de género en la agenda climática internacional y regional; y de Elizabeth Patiño Correa (IDEAM), Clara Ligia Solano (Fundación Natura), Camilo Rocha (Pontificia Universidad Javeriana Cali) y Elena Fernández (GIZ), orientadas a la transversalización del enfoque de género en los sistemas de transparencia climática. En la investigación aplicada sectorial, se presentaron resultados de Isabela Marín Carvajal (Fundación Ideas para la Paz) sobre el sector agropecuario y de Kathleen Salazar (Pontificia Universidad Javeriana Cali) sobre movilidad urbana, junto con discusiones técnicas lideradas por Silvia Arias (Programa Nacional de Mujeres, Paz y Seguridad), Fanny Howland (CIAT), Alejandra Álvarez (Despacio), Juanita Concha (Autoridad Regional de Transporte del Suroccidente) y Diana Valdés (Universidad del Valle). Se presentaron también avances de política pública por parte de Jessica Pinilla (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) sobre el Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia, experiencias territoriales de COCOITAIBE, Asociación Tejedores del Agua, Red Nacional de Mujeres, Fundación Con Vida, Metrocali y Alhaadi Consultorías, y ejercicios de innovación desarrollados por estudiantes universitarios en la hackatón del seminario. Todos estos aportes evidencian la complementariedad entre investigación académica, conocimiento comunitario, política pública e innovación.

Uno de los aportes centrales del seminario fue poner en diálogo diferentes áreas del conocimiento y escalas de análisis. Esto mostró que la observación sistemática se fortalece cuando integra enfoques cuantitativos y cualitativos, saberes técnicos y territoriales, y perspectivas académicas, comunitarias y de política pública. Esta articulación es especialmente relevante para los países de América Latina, donde los sistemas oficiales de información climática requieren complementarse con datos comunitarios, metodologías participativas y conocimiento en el territorio para reflejar de mejor manera las realidades territoriales.

Los aportes del seminario se organizaron en tres líneas estratégicas. La primera, enfoques de género e interseccionalidad en la acción climática, permitió profundizar en la comprensión de cómo las desigualdades estructurales influyen en los impactos del cambio climático, la generación de emisiones y la

participación diferenciada de mujeres y hombres en los procesos de toma de decisiones. Esta línea reafirma la necesidad de marcos analíticos que expliquen las causas sociales de la vulnerabilidad y eviten aproximaciones aparentemente neutras.

La segunda línea, producción y uso de información con enfoque de género, puso de relieve los desafíos metodológicos para generar datos desagregados, comparables y útiles para los sistemas de medición, reporte y verificación (MRV). Las discusiones mostraron que, sin información que registre diferencias en roles productivos, patrones de movilidad, uso del tiempo o acceso a recursos, los inventarios nacionales de GEI y otros instrumentos de reporte tienen limitaciones para orientar políticas climáticas eficaces y equitativas.

La tercera línea, fortalecimiento de capacidades para la acción climática con enfoque de género, destacó que la investigación es un proceso social que requiere capacidades técnicas, institucionales y humanas para producir, interpretar y utilizar la información de manera efectiva. Los procesos formativos, el intercambio de saberes y la innovación metodológica, incluida la participación de estudiantes universitarios, se identificaron como elementos clave para sostener la transparencia climática en el mediano y largo plazo.

El seminario “Diálogos para una Acción Climática Inclusiva: Género, datos y decisiones transformadoras” permitió visibilizar avances en la integración del enfoque de género en la investigación y la transparencia climática de Colombia. La experiencia muestra que incorporar este enfoque mejora la calidad, la pertinencia y la legitimidad de los reportes climáticos, y que constituye un componente estructural de una transparencia climática efectiva, justa e inclusiva, en consonancia con los compromisos internacionales asumidos por el país.

La incorporación del enfoque de género y equidad permite que la investigación y la observación sistemática respondan mejor a la diversidad social, ambiental y regional de Colombia. Esto requiere producir información más desagregada, promover la participación de actores territoriales y reconocer el aporte de los saberes comunitarios junto con la evidencia científica y técnica. De esta manera, el conocimiento climático puede contribuir no solo a comprender los riesgos y cambios ambientales, sino también a orientar decisiones de adaptación, mitigación y gestión del riesgo que sean más pertinentes, inclusivas y justas.

7.9. Ambientes y variables monitoreadas

La observación sistemática de variables ambientales en Colombia parte de una idea sencilla: el clima no se expresa en un solo lugar ni en una sola variable. Sus señales aparecen en la atmósfera, el agua, los glaciares, el océano, las coberturas de la tierra, los bosques, los ecosistemas costeros y la biodiversidad. Por eso, para comprender el cambio climático y sus efectos en el país, es necesario mirar de manera integrada estos componentes del sistema terrestre.

Esta mirada integrada permite identificar tendencias, detectar anomalías, conocer cambios en los ciclos del agua y del carbono, evaluar impactos en ecosistemas y territorios, y generar información útil para la mitigación, la adaptación, la gestión del riesgo, la planificación ambiental y el cumplimiento de compromisos nacionales e internacionales.

En Colombia, las variables monitoreadas se organizan alrededor de los principales ambientes observados: el ambiente atmosférico e hidrometeorológico continental, el ambiente hidrológico, el ambiente criosférico, el ambiente meteomarino-costero y oceanográfico, las coberturas de la tierra, los bosques, los ecosistemas de carbono azul y la biodiversidad.

7.9.1. Ambiente atmosférico e hidrometeorológico continental

La observación de las variables atmosféricas e hidrometeorológicas es uno de los ejes centrales para comprender y gestionar el cambio climático en Colombia. Este monitoreo permite conocer el estado actual del clima, identificar tendencias de largo plazo, detectar anomalías y reducir la incertidumbre en la planificación del desarrollo del país (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; 2025i; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024d).

El monitoreo atmosférico se orienta al seguimiento de la capa gaseosa que rodea el planeta, compuesta por aire, nubes, aerosoles y otros elementos que cambian en distintas escalas de tiempo y espacio. Por esta razón, se requieren series de datos amplias, continuas y consistentes (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b, 2024).

En el contexto del cambio climático, el monitoreo atmosférico integra dos frentes principales. El primero corresponde al monitoreo de la composición química de la atmósfera, asociada con la observación de concentraciones de GEI y otros factores que inciden en el presupuesto global de carbono, en concordancia con los compromisos derivados del Acuerdo de París (Organización Meteorológica Mundial, 2019). El segundo frente se relaciona con el monitoreo de la calidad del

aire y su vínculo con el forzamiento climático[76]. Para este seguimiento se monitorean contaminantes criterio, entre ellos PM_{10}, $PM_{2.5}$, O_3, SO_2, NO_2 y CO. Estos contaminantes son sustancias y partículas que pueden afectar la salud humana y el ambiente, y que son de especial interés por su presencia frecuente y sus impactos comprobados (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024). Para fortalecer este seguimiento, Colombia articula los datos obtenidos en superficie con información proveniente de plataformas satelitales globales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021).

Adicionalmente, el monitoreo de gases de efecto invernadero (GEI) comprende la observación de la composición química de la atmósfera y de aquellos factores que inciden en el presupuesto global de carbono, alineándose con los compromisos del Acuerdo de París (Organización Meteorológica Mundial, 2019). Para potenciar este seguimiento, se articulan las mediciones obtenidas en superficie con la información de plataformas satelitales globales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021), lo que permite comprender de manera integral su vinculación con el forzamiento climático.

El SINGEI (Sistema Nacional de Inventario de Emisiones Atmosféricas) es la herramienta y el sistema de gestión encargado de organizar, estimar y reportar formalmente las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI, Carbono Negro y Contaminantes Criterio en el país. Dentro de su seguimiento, el SINGEI monitorea principalmente los gases de efecto invernadero directos como el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitroso y los gases fluorados (HFCs), además de contemplar contaminantes criterio y carbono negro para evaluar de manera integral el impacto atmosférico y dar cumplimiento a los compromisos climáticos nacionales e internacionales.

El monitoreo hidrometeorológico permite comprender la interacción entre la atmósfera y el agua. Se enfoca en la ocurrencia, disponibilidad, circulación y distribución del agua en relación con el clima (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025d; 2925f; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Entre las principales variables se encuentran la precipitación, la temperatura del aire, la radiación solar, la humedad relativa, la presión atmosférica y el viento (Tabla 7-14). Estas variables ayudan a describir cómo se comportan las lluvias, la temperatura, la humedad y los flujos de energía en el territorio.

76 El forzamiento climático, también llamado impulsor del cambio climático, se refiere a cualquier factor natural o causado por las actividades humanas que modifica el balance energético de la Tierra. Este balance depende de la relación entre la radiación solar que entra al sistema climático y la radiación infrarroja que la Tierra devuelve al espacio. Cuando un factor aumenta la energía retenida por el sistema, produce un forzamiento positivo y contribuye al calentamiento; cuando aumenta la energía reflejada o emitida hacia el espacio, produce un forzamiento negativo y tiende a generar enfriamiento.

Tabla 7-14. Definición de variables ambientales observadas de forma sistemática

Variable	Definición
Alcalinidad total	Es una medida de la capacidad del agua de mar para neutralizar ácidos y mantener relativamente estable su pH. Ayuda a entender la química del carbono en el océano y es importante para evaluar la acidificación y la disponibilidad de carbonato para organismos que forman conchas o esqueletos calcáreos.
Área de bosque natural	Corresponde a la superficie del territorio cubierta por bosque natural. No incluye plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma ni árboles sembrados para producción agropecuaria. El cálculo se realiza con imágenes de satélite, usando unidades de observación con resolución de 30 metros.
Área glaciar	Permite medir cuánto se reduce la superficie cubierta por hielo en el tiempo. Con esta información se puede conocer qué tan rápido están retrocediendo los glaciares y estimar su posible desaparición en el territorio nacional.
Áreas en regeneración	Son zonas donde la cobertura de bosque vuelve a aparecer después de haber estado ausente en periodos anteriores. Su identificación se realiza mediante el análisis de imágenes de satélite, detectando cambios de zonas que eran de “no bosque” y se transformaron en zonas de “bosque”, y verificando que el área no haya sido clasificada como deforestada en los seis años anteriores.
Balance de masa glacial	El balance de masa glaciar permite saber si un glaciar está ganando o perdiendo hielo y nieve en un periodo determinado. Para calcularlo, se comparan las ganancias, por acumulación de nieve, con las pérdidas causadas por el derretimiento. Este indicador ayuda a entender cómo responden los glaciares a los cambios de temperatura, precipitación y otras condiciones locales del clima.
Calidad del agua y bioindicación	Medir características del agua, como su acidez o cantidad de oxígeno, junto con la presencia de pequeños organismos que viven en ríos, lagos y ciénagas, como el fitoplancton, los macroinvertebrados y las diatomeas. Estos organismos ayudan a conocer el estado del agua, porque responden a los cambios del ambiente. Su presencia, ausencia o abundancia puede indicar alteraciones relacionadas con el clima, los usos del suelo o las actividades humanas.
Caudal de fusión glaciar	Es la cantidad de agua que se produce por el derretimiento del hielo y la nieve de un glaciar y que fluye hacia quebradas, ríos o lagunas. Esta variable permite conocer cuánto aporta el glaciar al agua disponible en una cuenca, especialmente durante temporadas secas o periodos de mayor temperatura.
Clorofila-a	Es un pigmento presente en algas y fitoplancton que permite realizar la fotosíntesis. Su medición se usa como indicador de la cantidad de fitoplancton y de la productividad primaria del océano.
Conductividad del agua	Mide la capacidad del agua para conducir electricidad, la cual depende principalmente de la cantidad de sales disueltas. En el océano, se usa para estimar la salinidad y conocer cambios en la composición del agua.

Variable	Definición
Contenido de carbono en bosques naturales	Corresponde a la cantidad de carbono almacenada en los diferentes componentes del bosque natural. Incluyen el carbono presente en la biomasa aérea, como árboles, palmas y helechos; la biomasa subterránea, principalmente raíces; los detritos de madera, como madera muerta y restos vegetales; y el carbono orgánico del suelo. Esta información permite estimar el papel de los bosques en la captura y almacenamiento de carbono, así como las emisiones asociadas a la deforestación.
Deforestación bruta	Es la pérdida de bosque natural cuando este se transforma en otro tipo de cobertura, como pastos, cultivos, áreas urbanas u otros usos del suelo, durante un periodo determinado. Este indicador se enfoca en la pérdida total de bosque, sin descontar las áreas que puedan estar en proceso de recuperación o regeneración.
Deforestación neta	Es el balance entre el bosque que se pierde y el bosque que se recupera en un periodo determinado. Se calcula comparando la superficie deforestada con la superficie que ha vuelto a presentar cobertura de bosque por procesos de regeneración.
Densidad del agua de mar	Expresa qué tan “pesada” es el agua de mar según su temperatura, salinidad y presión. Es una variable clave porque influye en la estratificación del océano, la mezcla vertical y la circulación de las masas de agua.
Escorrentía superficial	Se obtiene midiendo cuánta agua pasa por los ríos y qué tan alto está su nivel. Esta información permite saber cuánta agua hay disponible, cómo cambia entre regiones y épocas del año, y cómo varía el recurso hídrico en el territorio.
Espesor del hielo	Es la medida de qué tan gruesa es la capa de hielo de un glaciar en un punto determinado. Conocer este espesor permite estimar cuánto hielo conserva el glaciar, cómo cambia con el tiempo y qué tan rápido está perdiendo masa frente al aumento de la temperatura y otros factores ambientales.
Fitoplancton	Conjunto de organismos microscópicos que viven suspendidos en el agua y realizan fotosíntesis. Son la base de muchas cadenas alimentarias marinas y contribuyen a la captura de carbono en el océano.
Fosfatos	Son nutrientes que contienen fósforo y son esenciales para el crecimiento de organismos marinos, especialmente el fitoplancton. Su concentración ayuda a evaluar la fertilidad del agua y posibles desequilibrios ecológicos.
Humedad relativa	Indica qué tan cargado de vapor de agua está el aire en comparación con la cantidad máxima que podría contener a una temperatura y presión determinadas. Se expresa como porcentaje: un valor más alto indica que el aire está más cerca de la saturación, mientras que un valor más bajo indica aire más seco.
Isótopos del agua	Permite conocer de dónde viene el agua, cómo se ha movido y cuánto tiempo ha permanecido en el ambiente. Para ello se usan señales naturales presentes en el agua, llamadas isótopos (variantes de un átomo), que funcionan como “huellas” que ayudan a seguir su recorrido a través del ciclo hidrológico, desde la lluvia hasta los ríos, acuíferos, suelos, glaciares y océanos.

Variable	Definición
Línea de Equilibrio Altitudinal	Es la altura del glaciar donde la nieve y el hielo que se acumulan se igualan con la cantidad que se pierde por derretimiento. Por encima de esa línea, el glaciar tiende a ganar masa; por debajo, tiende a perderla. Por eso, seguir los cambios de esta línea permite saber cómo responde el glaciar al aumento de la temperatura y a los cambios en las lluvias o nevadas. Cuando este nivel sube de manera sostenida, una mayor parte del glaciar queda expuesto al derretimiento, lo que acelera la pérdida de hielo.
Nivel del mar	Es la altura de la superficie del mar en un lugar y momento determinados. Su monitoreo permite identificar variaciones asociadas a mareas, tormentas, cambios de presión atmosférica, corrientes oceánicas, eventos como El Niño o La Niña y tendencias de aumento del nivel del mar a largo plazo.
Nivel piezométrico	Medición de la altura que alcanza el agua subterránea en un punto de observación. Su medición permite conocer si el agua subterránea sube, baja o se mantiene estable en el tiempo.
Nitratos	Son nutrientes que contienen nitrógeno y que sirven de alimento para el fitoplancton y otras formas de vida microscópica. Su disponibilidad influye en la productividad del océano.
Oxígeno disuelto	Es la cantidad de oxígeno presente en el agua. Es fundamental para la vida marina, ya que peces, invertebrados y muchos microorganismos dependen de él para respirar. Su disminución puede indicar problemas de calidad del agua o cambios en la circulación oceánica.
pH	Indica qué tan ácida o básica es el agua de mar. En el océano, una disminución del pH significa que el agua se está volviendo más ácida. Esta variable es clave para monitorear la acidificación del océano y sus posibles efectos sobre corales, moluscos y otros organismos marinos.
Precipitación	Corresponde a la caída de partículas de agua en estado líquido o sólido (como lluvia, llovizna, granizo, nieve, rocío, escarcha o niebla) que se originan en una nube, atraviesan la atmósfera y llegan a la superficie terrestre. Su magnitud se mide como el volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado y se expresa usualmente en milímetros (mm), equivalentes a la altura de una columna de agua sobre una superficie horizontal.
Presión atmosférica	La presión atmosférica es el peso que ejerce el aire sobre la superficie terrestre. Aunque no lo notemos, el aire tiene masa y presiona todo lo que está debajo de él. Esta presión cambia según la altura, la temperatura y las condiciones del tiempo, y generalmente se expresa en hectopascales (hPa) o milibares (mbar).
Presión de la columna de agua	Indica la fuerza que ejerce la columna de agua sobre un punto determinado. Aumenta con la profundidad y permite estimar a qué profundidad se encuentra una medición oceanográfica.
Presión parcial de CO_2	Indica la cantidad de dióxido de carbono (CO_2) presente en el agua de mar o en equilibrio con la atmósfera. Su medición permite conocer si el océano está absorbiendo o liberando CO_2 y ayuda a evaluar procesos relacionados con el ciclo del carbono y la acidificación del océano.

Variable	Definición
Radiación solar	La radiación solar es la energía que llega del Sol a la Tierra. Esta energía es fundamental porque calienta la superficie, mueve la atmósfera y ayuda a explicar muchos procesos del clima. Puede llegar directamente desde el Sol (radiación directa), dispersarse al pasar por nubes y partículas en el aire (radiación difusa), o combinar ambas formas (radiación global).
Salinidad	Indica la cantidad de sales disueltas en el agua de mar. Cambia según la evaporación, la lluvia, el aporte de ríos, el derretimiento de hielo y la mezcla de masas de agua. Su medición ayuda a entender la circulación oceánica, la estratificación del agua y las condiciones para la vida marina.
Salinidad a diferentes profundidades del océano	Señala la cantidad de sales disueltas en el agua en distintas capas del océano. Esta variable ayuda a entender la mezcla entre aguas marinas, lluvias, aportes de ríos y procesos de evaporación, así como la forma en que se organizan las masas de agua.
Sedimentología	Consiste en observar cuánta tierra, arena, lodo u otros materiales transporta el agua en ríos y quebradas. Estos materiales pueden viajar mezclados en el agua o moverse por el fondo del cauce. Su seguimiento permite entender procesos de erosión, cambios en la forma de los ríos y posibles efectos de la variabilidad climática sobre las cuencas.
Silicatos	Son nutrientes que contienen silicio y son especialmente importantes para organismos como las diatomeas, un tipo de fitoplancton que construye estructuras externas de sílice.
Tasa anual de deforestación	Indica la velocidad con la que se pierde el bosque natural en un periodo de tiempo. Permite conocer qué tan rápido avanza la deforestación y comparar su comportamiento entre diferentes años o regiones.
Temperatura del aire	Describe el estado térmico de la atmósfera y está asociada con la capacidad del aire para transferir calor al entorno. En el monitoreo sistemático, se consideran principalmente la temperatura máxima (valor más alto registrado en un intervalo de tiempo), la temperatura mínima (valor más bajo observado durante ese periodo) y la temperatura media (promedio aritmético de las temperaturas medias diarias registradas en una estación).
Temperatura superficial del mar	Es la temperatura del agua en la capa más externa del océano. Esta variable permite identificar calentamientos o enfriamientos anómalos, seguir eventos como El Niño y La Niña, y evaluar condiciones que pueden afectar lluvias, tormentas, ecosistemas marinos, corales y recursos pesqueros.
Temperatura a diferentes profundidades del océano	Indica qué tan caliente o fría está el agua en distintas capas del océano. Su medición permite conocer cómo se distribuye el calor desde la superficie hasta aguas más profundas y ayuda a identificar procesos como calentamiento oceánico, mezcla de masas de agua o cambios asociados a El Niño y La Niña.
Viento	El viento se describe a partir de dos aspectos principales: qué tan rápido se mueve y desde dónde sopla. La velocidad indica la rapidez con la que se desplaza el aire y puede variar en periodos cortos, por ejemplo, cuando

Variable	Definición
	se presentan ráfagas. La dirección del viento señala el punto cardinal desde el cual viene el aire, como norte, sur, oriente u occidente, y también puede expresarse en grados entre 0° y 360°.
Zooplancton	Conjunto de pequeños organismos animales que viven suspendidos en el agua y se alimentan de fitoplancton u otros organismos microscópicos. Son un eslabón clave entre la producción primaria y peces, crustáceos y otros animales marinos.

Fuentes: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018; 2019a; 2021a; 2023; 2024b; 2025b; 2025c; 2025d; 2025e; 2025f; 2025j; 2025l; 2025m; IDEAM & Minambiente, 2023; Minambiente et al., 2024; Yepes et al., 2018.

El análisis integrado de estas variables permite caracterizar el comportamiento atmosférico e hidrológico, calcular normales climatológicas (promedios de 30 años), y detectar anomalías o desviaciones frente a valores de referencia. Esta información es fundamental para identificar manifestaciones concretas del cambio climático en el país, apoyar decisiones públicas y validar indicadores en ecosistemas especialmente sensibles, como los glaciares y las zonas de alta montaña (Departamento Nacional de Planeación et al., 2016; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; 2025d, 2025f; 2025j; 2025l).

7.9.2. Ambiente hidrológico

El ambiente hidrológico comprende el monitoreo de aguas superficiales, aguas subterráneas y componentes criosféricos asociados con la regulación hídrica de alta montaña. Su observación sistemática es fundamental para conocer la disponibilidad, calidad, variabilidad y dinámica del recurso hídrico, así como para evaluar los efectos del cambio climático sobre cuencas[77], acuíferos[78], ecosistemas acuáticos y territorios que dependen del agua.

En un país con alta diversidad hidroclimática, esta información es clave para orientar decisiones sobre abastecimiento, agricultura, energía, ordenamiento territorial, gestión del riesgo y adaptación. Adicionalmente, permite reconocer cómo las variaciones en temperatura, precipitación, sequías, inundaciones o cambios en las coberturas de la tierra pueden modificar la oferta y la calidad del agua.

77 Una cuenca hidrográfica es un territorio delimitado por montañas o elevaciones del terreno, en el que el agua de lluvia, quebradas y ríos fluye hacia un mismo punto de salida, como un río principal, un lago o el mar.
78 Un acuífero es una formación de roca o sedimento que puede almacenar agua subterránea y permitir su circulación.

7.9.2.1. Aguas superficiales

La observación sistemática de aguas superficiales corresponde al monitoreo de cuerpos de agua lóticos, como los ríos, y lénticos, como lagos y ciénagas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Para representar adecuadamente la realidad hidrológica en el contexto del cambio climático, este monitoreo se concentra en variables de referencia que regulan el balance hídrico, entre ellas la escorrentía superficial, la sedimentología, la calidad del agua y la bioindicación (Tabla 7-14).

La observación de aguas superficiales proporciona señales relevantes sobre la respuesta de los ecosistemas frente al calentamiento global. En la alta montaña colombiana, por ejemplo, la disminución de la precipitación y el aumento de la temperatura afectan el ciclo hidrológico nival y glaciar, con implicaciones sobre la disponibilidad de agua en las cuencas bajas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b). El análisis de series históricas de largo plazo, correspondientes a periodos de 30 años, permite calcular indicadores de aridez, regulación hídrica y sequía, y detectar anomalías (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2023).

7.9.2.2. Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas son un recurso estratégico en regiones con oferta hídrica superficial limitada o con alta vulnerabilidad durante los periodos de sequía. Representan una fuente fundamental para el abastecimiento de agua potable, la producción agrícola, el mantenimiento de ecosistemas y la resiliencia frente a la variabilidad y el cambio climático (Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2022).

Las redes de monitoreo de aguas subterráneas se estructuran principalmente alrededor de dos componentes: cantidad y calidad. El monitoreo de la cantidad se basa en la medición de los niveles piezométricos, es decir, la altura a la que se encuentra el agua dentro del acuífero78 (Tabla 7-14). Estas mediciones se realizan en diferentes puntos, y permiten identificar la dirección de los flujos subterráneos de agua, evaluar descensos del nivel del agua y estimar procesos de recarga y descarga del acuífero.

El monitoreo de la calidad del agua subterránea consiste en analizar si el agua se encuentra en buenas condiciones para sus diferentes usos. Para ello se miden variables directamente en campo, como pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno y sólidos disueltos totales (Tabla 7-14). Además, en laboratorio se analizan sales, nutrientes, metales y otros elementos que pueden indicar cambios naturales o contaminación. En algunas ocasiones también se estudian

isótopos del agua, que funcionan como “huellas” naturales para conocer de dónde proviene el agua, cuánto tiempo ha permanecido en el acuífero y cómo se recarga el sistema subterráneo (Tabla 7-14) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b, 2023; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

7.9.2.3. Ambiente criosférico y alta montaña

Los glaciares son algunos de los indicadores naturales más sensibles del cambio climático, debido a su respuesta rápida frente a variaciones de temperatura y precipitación (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025j). Los registros disponibles evidencian efectos severos sobre los glaciares colombianos: el país ha perdido aproximadamente el 56 % de su masa glaciar desde la década de 1980, y se prevé la extinción total del Nevado Santa Isabel durante la presente década debido a su baja altitud y al impacto de la ceniza volcánica (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2023).

El comportamiento de los glaciares colombianos está fuertemente influenciado por fenómenos de variabilidad climática como el ENOS[79] (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025j). En particular, los eventos extremos de El Niño, en su fase cálida, tienden a acelerar el deshielo y a producir balances de masa negativos, mientras que La Niña, en su fase fría, puede favorecer la acumulación temporal de nieve (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025j). En el ciclo 2023-2024, la fase cálida del fenómeno de El Niño intensificó la fusión del hielo entre un 45 % y un 83 % frente a condiciones neutrales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025j).

Los efectos de estos cambios van más allá de la pérdida de hielo. Inciden además en la regulación hídrica de los ecosistemas de páramo y bosque altoandino (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Universidad Nacional de Colombia, 2018; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024). Aunque los glaciares aportan entre el 3 % y el 5 % del caudal en sus cuencas, su papel es estratégico durante las temporadas secas. Investigaciones recientes sugieren que varios glaciares alcanzarán su “pico hídrico”, es decir, el máximo aporte de agua por derretimiento, antes de 2028, para luego iniciar una reducción progresiva que puede afectar la seguridad hídrica de poblaciones de alta montaña (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025j).

79 El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno natural del sistema océano-atmósfera en el océano Pacífico tropical que modifica temporalmente la temperatura superficial del mar, los vientos y los patrones de lluvia en distintas regiones del mundo. Incluye dos fases principales: El Niño, asociado con un calentamiento anormal del Pacífico tropical, y La Niña, relacionado con un enfriamiento anormal. En Colombia, estas fases pueden influir en la cantidad de lluvia, la ocurrencia de sequías, inundaciones, temperaturas extremas y disponibilidad de agua.

En estos ecosistemas, el monitoreo sistemático permite evaluar la intensidad de la crisis climática y anticipar efectos sobre la oferta hídrica. El seguimiento de variables como el balance de masa glaciar, el área glaciar, la Línea de Equilibrio Altitudinal, el espesor del hielo y el caudal de fusión glaciar permite interpretar la evolución de estos ecosistemas (Tabla 7-14), valorar su vulnerabilidad y orientar medidas de adaptación en territorios que dependen de la regulación hídrica de alta montaña (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025j; 2025l; República de Colombia, 2025).

7.9.3. Ambiente meteomarino-costero y oceanográfico

La observación sistemática de variables meteomarinas, costeras y oceanográficas es estratégica para Colombia, dado que la jurisdicción marítima del país representa aproximadamente el 44,85 % del territorio nacional (Dirección General Marítima, 2025b). Este monitoreo permite identificar cambios en las condiciones del océano y de la atmósfera, reducir la incertidumbre frente a los efectos del cambio climático, fortalecer la seguridad marítima integral, apoyar la planificación portuaria y mejorar la gestión del riesgo en zonas costeras e insulares (Dirección General Marítima, 2025b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b).

Esta observación es especialmente importante porque Colombia está ubicada entre el océano Pacífico y el mar Caribe. Estos dos mares interactúan de forma permanente con la atmósfera, los ríos y otros sistemas hídricos del territorio (Dirección General Marítima, 2020; Poveda et al., 1998). El ambiente marino y costero colombiano está influenciado por fenómenos climáticos de distinta escala, como el ENOS, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)[80], el chorro del Chocó[81], las ondas Kelvin ecuatoriales[82] y otras variaciones estacionales. Estos fenómenos pueden modificar la temperatura del mar, el nivel del mar, los vientos, las lluvias y la disponibilidad de recursos marino-costeros, con efectos importantes sobre zonas costeras y de pesca, la navegación, los puertos y la gestión del riesgo (Ospina Noreña et al., 2009; Pardo Martínez & Alfonso P., 2018; Poveda et al., 1998, 2011).

---

80 La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)es una franja cercana al Ecuador donde se encuentran los vientos alisios del hemisferio norte y del hemisferio sur. Este encuentro favorece la formación de nubosidad y lluvias. Su desplazamiento estacional hacia el norte o hacia el sur influye en los periodos secos y lluviosos de varias regiones de Colombia.

81 El chorro del Chocó es una corriente de vientos húmedos de bajo nivel que ingresa desde el océano Pacífico hacia el occidente de Colombia. Transporta gran cantidad de humedad y contribuye a las altas precipitaciones del Pacífico colombiano, especialmente en el Chocó Biogeográfico y zonas cercanas de la cordillera Occidental.

82 Las ondas Kelvin ecuatoriales son movimientos o "pulsos" de agua que viajan por el océano Pacífico cerca del Ecuador. Estos movimientos pueden cambiar la temperatura del mar, el nivel del mar y la profundidad a la que se separan las aguas cálidas superficiales de las aguas más frías profundas. Son importantes porque pueden influir en la formación o evolución de eventos como El Niño y La Niña, especialmente en el Pacífico oriental.

Entre las variables meteorológicas marinas, se miden la temperatura del aire, la humedad relativa, la presión atmosférica, la radiación solar, la precipitación, y la dirección y velocidad del viento (Tabla 7-14) (Dirección General Marítima, 2025b; Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023a). A estas se suman variables oceánicas y del sistema de carbonatos, como el nivel del mar, la temperatura superficial del mar, la salinidad, el pH, la alcalinidad total y la presión parcial de CO_2 (Tabla 7-14). Estas variables son fundamentales para analizar procesos como el calentamiento del océano, la acidificación y el aumento del nivel del mar (Global Climate Observing System, 2022a; Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023a; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c).

Igualmente, se hace seguimiento de la columna de agua en el océano. Acá se incluyen observaciones a diferentes profundidades de variables como la temperatura y salinidad, conductividad, presión, densidad, oxígeno disuelto, clorofila-a, nutrientes (nitratos, fosfatos y silicatos), fitoplancton y zooplancton (Tabla 7-14). Estas variables permiten evaluar la productividad del océano, la composición de las comunidades marinas y su respuesta frente a eventos de calentamiento o enfriamiento (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico, 2026; Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2023).

El monitoreo meteomarino y costero también se relaciona con el seguimiento de ecosistemas estratégicos de carbono azul, como manglares y pastos marinos. Estos ecosistemas capturan y almacenan carbono, protegen la línea de costa y ayudan a reducir la vulnerabilidad de las comunidades frente a eventos extremos. Además, son sensibles a cambios en la temperatura, la salinidad, el nivel del mar y la acidificación del océano (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023a). Por su relación con las coberturas y los ecosistemas, los manglares se explican con más detalle en la sección siguiente.

7.9.4. Coberturas de la tierra, bosques, carbono azul, ecosistemas y servicios ecosistémicos

El monitoreo de las coberturas de la tierra permite conocer cómo cambia el territorio en el tiempo. Ayuda a identificar si se pierden coberturas naturales, si se expanden las áreas agrícolas, si crecen las zonas urbanas o si se transforman los ecosistemas. Estos cambios son importantes porque pueden afectar la regulación del clima, la captura de carbono, la disponibilidad de agua, la biodiversidad y la capacidad de los territorios para enfrentar eventos climáticos extremos.

Por esta razón, el seguimiento de las coberturas de la tierra aporta información clave para diseñar políticas de mitigación y adaptación, evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas y tomar decisiones de ordenamiento y planificación

ambiental basadas en evidencia (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019; Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2019; Turner II et al., 2007; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025e).

7.9.4.1. Bosques naturales y carbono terrestre

Los bosques cumplen un papel fundamental en la regulación del clima porque almacenan grandes cantidades de carbono. A escala mundial, se estima que los bosques almacenan más carbono que cualquier otro bioma terrestre, con una reserva aproximada de 650 billones de toneladas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b). En términos generales, se considera bosque a una tierra ocupada principalmente por árboles, que también puede incluir arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas. Para que una cobertura sea clasificada como bosque, debe cumplir condiciones mínimas de altura, densidad de copa y tamaño del área. No se incluyen plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma ni árboles sembrados para producción agropecuaria.

En Colombia, el monitoreo de los bosques se concentra en variables como el área de bosque natural, la deforestación bruta, la deforestación neta, la tasa anual de deforestación, las áreas en regeneración y los contenidos de carbono en bosques naturales (Tabla 7-14). Junto con el monitoreo de bosques, se hace seguimiento a otros tipos de coberturas, como herbazales, arbustales, áreas agrícolas, zonas artificializadas, áreas húmedas y cuerpos de agua. Esta información ayuda a entender cambios más amplios del paisaje y sus efectos sobre el ciclo del carbono, la conectividad ecológica, la regulación climática, la adaptación basada en ecosistemas y la planificación ambiental territorial.

La observación sistemática de bosques y coberturas también tiene importancia jurídica. La Sentencia STC4360-2018 de la Corte Suprema de Justicia reconoció a la Amazonía colombiana como sujeto de derechos y ordenó formular un plan de acción para enfrentar la deforestación y los efectos del cambio climático. Esta decisión se vinculó con las alertas tempranas de deforestación emitidas por el IDEAM, lo que muestra que los sistemas de monitoreo forestal no solo sirven para reportes ambientales y climáticos, sino también para hacer seguimiento a obligaciones judiciales, proteger derechos y fortalecer el control de la gestión pública (*Sentencia STC4360-2018*, 2018).

7.9.4.2. Manglares, pastos marinos y carbono azul

Los manglares son bosques costeros muy importantes para la mitigación y la adaptación al cambio climático. Tienen una alta capacidad para almacenar carbono, especialmente en los suelos saturados de agua. A este carbono

almacenado en ecosistemas costeros y marinos se le conoce como carbono azul (Alongi, 2018).

Los manglares almacenan carbono, protegen la línea de costa frente a la erosión y los eventos extremos, y sostienen medios de vida de comunidades locales (López-Angarita et al., 2016). La pérdida o degradación de manglares puede liberar gases de efecto invernadero y reducir la capacidad de las zonas costeras para adaptarse al cambio climático. Por estas razones, su monitoreo es fundamental para entender su estado, su vulnerabilidad y su contribución a la acción climática.

Monitorear manglares es más complejo que monitorear otros bosques terrestres, porque en ellos influyen factores como el agua, la salinidad, las mareas y la forma del terreno. Por eso, se requiere combinar información de sensores remotos con mediciones en campo para estimar con precisión el carbono almacenado en la biomasa y en los suelos (Simard et al., 2019). La información sobre la cobertura de manglar proviene principalmente de ejercicios de cartografía y análisis de imágenes de satélite. También, se ha fortalecido su monitoreo mediante parcelas permanentes de medición de carbono en algunas áreas del Caribe colombiano. La combinación de datos de campo con información de sensores remotos puede mejorar las estimaciones de biomasa y carbono azul de los manglares (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2025).

En el caso de los pastos marinos, su monitoreo sistemático, junto con la observación de variables oceánicas como la acidificación, la temperatura, la salinidad y el nivel del mar, permite construir líneas base, mejorar los reportes de mitigación, evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas y valorar las medidas de adaptación implementadas (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2025).

7.9.5. Biodiversidad en el contexto del cambio climático

El cambio climático no solo modifica la temperatura, las lluvias o las condiciones de los océanos; también afecta la biodiversidad, entendida como la variedad de especies, ecosistemas, funciones ecológicas y relaciones que sostienen la vida. Estos cambios pueden alterar la distribución geográfica de las especies, la composición de las comunidades biológicas[83], el funcionamiento de los ecosistemas y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales[84] (Arce-Plata et al., 2026).

83 Las comunidades biológicas son conjuntos de especies que viven e interactúan en un mismo lugar, como plantas, animales, hongos, microorganismos y otros organismos. Estas comunidades cambian según las condiciones del ambiente, como la temperatura, la humedad, la disponibilidad de agua, el tipo de suelo o la presencia de actividades humanas.
84 Los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Incluyen, por ejemplo, la provisión de agua y alimentos, la regulación del clima, la captura de carbono, la polinización, la

Monitorear la biodiversidad en el contexto del cambio climático implica observar cómo responden las especies y los ecosistemas a cambios en la temperatura, la precipitación, la humedad, la disponibilidad de agua, los eventos extremos y las transformaciones del territorio. Asimismo, permite evaluar si las medidas de adaptación y mitigación están contribuyendo a conservar la biodiversidad y a mantener las funciones ecológicas que sostienen el bienestar humano (Lepetz et al., 2009). Para que este seguimiento sea comparable entre regiones, ecosistemas y escalas de análisis, se promueve el uso de Variables Esenciales de Biodiversidad (EBVs). Estas son un conjunto de mediciones estandarizadas que permiten observar, comparar y hacer seguimiento a los cambios de la biodiversidad a lo largo del tiempo, en distintos lugares y niveles biológicos (O'Connor et al., 2020). Entre las variables más relevantes para monitorear los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad se encuentran:

1. Cambios en la distribución geográfica de las especies, que permiten identificar desplazamientos hacia zonas más altas, más frías o con condiciones climáticas más favorables.
2. Cambios en la abundancia y presencia de especies, que ayudan a detectar aumentos, disminuciones o desapariciones locales.
3. Cambios fenológicos, es decir, variaciones en los momentos en que ocurren procesos biológicos como floración, fructificación, reproducción, migración o alguna actividad estacional.
4. Cambios en la composición y estructura de las comunidades biológicas, que permiten observar si un ecosistema varía en el tipo de especies que están presentes.
5. Cambios en el estado de los corales, como el blanqueamiento coralino85, la presencia de macroalgas o los cambios en comunidades de fitoplancton y zooplancton, que pueden aportar señales tempranas de estrés climático86.

Las EBVs pueden complementarse con herramientas como el Índice de Resiliencia de Ecosistemas Bioclimáticos (BERI), que permite estimar la capacidad de los ecosistemas para conservar su diversidad biológica a medida que las especies modifican sus áreas de distribución por efecto del estrés climático (Ferrier et al., 2020).

---

protección frente a inundaciones o erosión, la formación de suelos, la conservación de la biodiversidad y los valores culturales, recreativos o espirituales asociados a la naturaleza.
85 Blanqueamiento es el proceso por el cual los corales pierden su color normal y se ven blancos o pálidos. Esto ocurre cuando, por estrés ambiental (especialmente por aumento de la temperatura del mar), los corales pierden las microalgas que viven dentro de sus tejidos y que les aportan alimento y color.
86 El estrés climático se refiere a la presión o afectación que experimentan las especies, o los ecosistemas cuando las condiciones del clima cambian o se vuelven más extremas de lo habitual.

Estas variables e indicadores ayudan a identificar ecosistemas más vulnerables, reconocer vacíos de conservación, priorizar áreas para restauración o adaptación basada en ecosistemas y evaluar el cumplimiento de compromisos ambientales y climáticos. De esta manera, el monitoreo de la biodiversidad aporta información clave para anticipar pérdidas, orientar decisiones de conservación y fortalecer la capacidad del país para responder a los impactos del cambio climático.

En conjunto, los ambientes y variables descritos muestran que la observación sistemática del cambio climático requiere integrar información atmosférica, hidrológica, criosférica, oceánica, ecosistémica y biológica para comprender cómo se manifiestan la variabilidad climática y el cambio climático en el territorio colombiano.

Estas variables permiten identificar tendencias, detectar anomalías, evaluar impactos, reconocer condiciones de vulnerabilidad y aportar evidencia para la mitigación, la adaptación, la gestión del riesgo y la planificación ambiental. Sin embargo, su utilidad depende de la existencia de redes, sistemas, tecnologías e infraestructuras capaces de medir las variables de manera continua, comparable y confiable. La siguiente sección presenta las redes, sistemas e iniciativas con las que cuenta Colombia para generar, organizar y actualizar la información ambiental y climática que sustenta la observación sistemática.

7.10. Sistemas, redes, tecnologías e infraestructura de observación sistemática

La observación sistemática del cambio climático requiere una infraestructura capaz de medir, organizar, validar y actualizar información de manera continua. En Colombia, esta infraestructura está conformada por redes de monitoreo, estaciones, sensores, radares, plataformas satelitales, campañas de campo, sistemas de información, repositorios especializados e iniciativas comunitarias y sectoriales. Su propósito es transformar las mediciones ambientales en información útil para comprender el comportamiento del clima, detectar cambios, emitir alertas, orientar la planificación ambiental y fortalecer la toma de decisiones.

Esta sección presenta las principales redes o sistemas con las que cuenta el país para observar variables relacionadas con la atmósfera, el agua en la superficie continental, el océano, las zonas marino-costeras, los bosques, las coberturas de la tierra, la biodiversidad y la calidad ambiental. Los detalles técnicos de funcionamiento de cada red o sistema se presentan en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.1. Observación atmosférica, hidrometeorológica y de calidad del aire

La observación de la atmósfera, el ciclo hidrológico y la calidad del aire se sustenta en capacidades complementarias que permiten analizar procesos ambientales desde diferentes escalas espaciales y temporales. En conjunto, estas redes aportan información para el seguimiento de las condiciones climáticas y ambientales, la identificación de cambios y amenazas, la elaboración de pronósticos y alertas, y la generación de insumos técnicos para la gestión del riesgo, la salud ambiental y la planificación territorial.

7.10.1.1. Red Nacional de Monitoreo Hidrometeorológico

La Red Nacional de Monitoreo Hidrometeorológico, administrada por el IDEAM, es una de las principales bases de información del país para observar de manera continua el clima y el agua. A través de esta red, Colombia registra datos sobre precipitación, temperatura, viento, humedad, presión atmosférica, niveles de ríos, caudales y sedimentos, entre otras variables. Esta información permite conocer cómo se comportan la atmósfera, las lluvias y los ríos en distintas regiones del país, y es fundamental para apoyar la gestión del cambio climático, la planificación territorial y la prevención de riesgos asociados con lluvias intensas, crecientes súbitas, sequías o variaciones extremas de temperatura (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b, 2021, 2025d, 2025f).

Uno de los valores de esta red está en su capacidad para construir series históricas de largo plazo, comparar el comportamiento del clima y del agua entre distintos periodos, identificar tendencias y detectar posibles anomalías.

El IDEAM cuenta con 2.539 estaciones activas distribuidas en el territorio continental y organizadas mediante 11 áreas operativas ubicadas en sitios estratégicos del país (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, s. f.-a, 2019c, 2021, 2026c; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Universidad Nacional de Colombia, 2018). La caracterización del inventario de estaciones, su tecnología, tipo de medición, e intervalos de medición, entre otros, es presentada en la sección 7.10.10. Los detalles con información técnica sobre la Red Nacional de Monitoreo Hidrometeorológico se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia

7.10.1.2. Red Nacional de Radares Meteorológicos

La Red Nacional de Radares Meteorológicos complementa las mediciones puntuales de las estaciones en superficie, porque permite observar áreas amplias

y hacer seguimiento en tiempo real o casi real a la formación, desplazamiento e intensidad de lluvias, tormentas, granizadas, vientos y otros fenómenos hidrometeorológicos. Esta capacidad es especialmente importante para mejorar pronósticos, alimentar los Sistemas de Alerta Temprana y reducir la incertidumbre en los modelos que representan el comportamiento de las variables ambientales en el espacio y en el tiempo (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b, 2021; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Los detalles con información técnica sobre la Red Nacional de Radares Meteorológicos se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.1.3. Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire

Los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) son redes de equipos instalados en lugares estratégicos para medir contaminantes presentes en la atmósfera. Su función es generar información confiable sobre la calidad del aire que respira la población y sobre las condiciones ambientales de los territorios monitoreados. Estos sistemas permiten identificar episodios de contaminación, evaluar tendencias, apoyar decisiones de prevención y control, y orientar acciones para proteger la salud humana y el ambiente (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022b, 2026).

Los SVCA son operados por las CARs y las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos. Estos sistemas complementan la observación atmosférica nacional al registrar contaminantes criterio como PM10, PM2.5, y SO2, entre otros (los cuales son definidos por la Resolución 2254 de 2017) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022a, 2024).

En 2024, los SVCA operaron 140 estaciones automáticas (70 % del total de estaciones), 47 estaciones manuales (23,5 %); y 13 estaciones híbridas (6,5 %) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024a, 2024b, 2025i; 2026). Los detalles con información técnica sobre los SVCA se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.1.4. Sistemas de Inventario de Emisiones Atmosféricas

El Sistema Nacional de Inventario de Emisiones Atmosféricas (SINGEI), operado y coordinado técnicamente desde el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), funciona como una herramienta central de gestión de información sobre cambio climático. Su propósito fundamental es organizar la estimación, cálculo y reporte oficial de las emisiones y absorciones

de gases de efecto invernadero (GEI), carbono negro y contaminantes criterio en el país.

Para su operación, el SINGEI recopila datos de actividad y aplica factores de emisión respaldados por metodologías internacionales y guías especializadas, integrando información sectorial y territorial de manera periódica. Este proceso de mejora continua fomenta la articulación con diversos actores institucionales para lograr una mayor desagregación geográfica y precisión en las cuentas de carbono y las fuentes emisoras.

Con los datos generados, el sistema facilita la formulación de políticas públicas de mitigación informadas y respalda los compromisos internacionales de Colombia, incluyendo las exigencias del Acuerdo de París y la elaboración de los Informes Bienales de Transparencia (BTR). De este modo, el instituto provee los insumos técnicos indispensables para evaluar de manera conjunta el impacto del cambio climático y la calidad del aire a escala nacional.

7.10.2. Observación hidrogeológica e isotópica

La observación hidrogeológica e isotópica fortalece el conocimiento sobre el agua subterránea y el ciclo hidrológico. Este componente es especialmente importante para evaluar la disponibilidad y calidad del agua, comprender la recarga de acuíferos, analizar la interacción entre aguas superficiales y subterráneas, y mejorar la resiliencia frente a sequías y otros efectos de la variabilidad climática y el cambio climático.

7.10.2.1. Red Básica Nacional de Monitoreo de Aguas Subterráneas (RNASUB)

La Red Básica Nacional de Monitoreo de Aguas Subterráneas (RNASUB) es una herramienta estratégica para conocer el estado y comportamiento de los acuíferos78 en Colombia. Permite organizar información sobre la cantidad y calidad del agua subterránea, un recurso esencial para el abastecimiento de la población, la producción económica, los ecosistemas y la resiliencia frente a crisis ambientales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2021; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010a; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2014).

La RNASUB comenzó a estructurarse desde 2016 bajo el liderazgo del IDEAM, en articulación con CARs y otras autoridades ambientales. Su propósito es consolidar información nacional sobre niveles piezométricos (Tabla 7-14) y calidad del agua subterránea, aprovechando las redes regionales existentes y los puntos de monitoreo ubicados en sistemas acuíferos priorizados. Por ello, la red no

reemplaza los esfuerzos regionales, sino que los articula para generar información continua, comparable y útil a escala nacional (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2014). Los detalles con información técnica sobre la RNASUB se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.2.2. Red Nacional de Isotopía (RNI)

La Red Nacional de Isotopía (RNI), implementada por el IDEAM desde 2014, fortalece el conocimiento sobre el ciclo del agua en Colombia mediante el monitoreo de la composición isotópica de la precipitación. Los isótopos del agua funcionan como "huellas naturales" que permiten conocer de dónde viene el agua, cómo se mueve, cómo se mezcla y cómo se recargan los sistemas hídricos. Por esta razón, la red aporta información útil para estudios hidrológicos, hidrogeológicos, climáticos y ambientales, especialmente en aguas superficiales, aguas subterráneas, recarga de acuíferos e interacción entre fuentes de agua y variabilidad climática (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2023, 2024a; 2025b; 2025m).

La RNI representa el primer esfuerzo nacional orientado a desarrollar un monitoreo isotópico sistemático, continuo y estandarizado de la precipitación en el país. Su implementación se enmarca en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, el Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico (PNMRH) y el Programa Nacional de Aguas Subterráneas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2023; 2024a; 2025b; 2025m; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010a; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2014). Los detalles con información técnica sobre la RNI se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.3. Observación de la criósfera

La observación sistemática de la criósfera en Colombia es liderada por el IDEAM y se orienta a monitorear algunos de los ecosistemas más sensibles al calentamiento global (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025j; 2025l). La criósfera colombiana está integrada por seis glaciares tropicales de tipo ecuatorial: las sierras nevadas de El Cocuy o Güicán y Santa Marta, y los volcanes nevados del Huila, Tolima, Santa Isabel y Ruiz (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2023). Los detalles con información técnica sobre la observación criósferica se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.4. Observación meteomarina, costera y oceanográfica

La observación meteomarina, costera y oceanográfica permite conocer las condiciones del océano, la atmósfera marina, la calidad de las aguas costeras y los procesos que afectan las zonas litorales e insulares. Esta información es estratégica para un país con costas sobre el Caribe y el Pacífico, y con una jurisdicción marítima que representa una proporción importante del territorio nacional.

7.10.4.1. Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras (REDCAM)

La Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia (REDCAM) es un programa nacional de cooperación interinstitucional orientado al monitoreo integral y seguimiento de la calidad de las aguas marinas y costeras del país (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2001, 2023a; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Su importancia radica en que permite generar información técnica sobre el estado del recurso hídrico marino-costero, identificar presiones asociadas a fuentes de contaminación y aportar evidencia para la gestión del riesgo ambiental, la formulación de política pública y la toma de decisiones en las zonas costeras del Caribe y el Pacífico colombiano.

La REDCAM inició formalmente sus monitoreos continuos en 2001, aunque integra información secundaria disponible desde 1992 (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2001, 2023a). Esta serie histórica de más de 25 años es relevante para la observación sistemática del cambio climático en las costas colombianas, porque permite analizar cambios ambientales y señales de variabilidad climática costera a partir de información sobre calidad del agua, variables fisicoquímicas y microbiológicas, contaminantes e indicadores como el Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras (ICAM). Este indicador ha sido certificado como operación estadística por el DANE, lo que fortalece su valor como insumo técnico para el seguimiento ambiental del país (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023b, 2023a; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Los detalles con información técnica sobre la REDCAM se encuentran en Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.4.2. Red de Medición de Parámetros Oceanográficos y de Meteorología Marina (REDMPOMM) y componentes articulados

La Red de Medición de Parámetros Oceanográficos y de Meteorología Marina (REDMPOMM) es una infraestructura estratégica administrada por la DIMAR, diseñada para la observación y el monitoreo continuo de la variabilidad climática en el Caribe y el Pacífico colombiano (Dirección General Marítima, 2025b). Su objetivo principal es mejorar la capacidad de observación, diagnóstico y predicción del sistema climático en diferentes escalas espaciales y temporales, mediante el análisis de los procesos de interacción océano-atmósfera-tierra, con el fin de fortalecer la seguridad de la vida humana en el mar y apoyar la toma de decisiones estratégicas (Dirección General Marítima, 2025b).

La REDMPOMM se articula con componentes especializados como la Plataforma de Vigilancia Integrada de Oscilaciones Climáticas (VIOC), los cruceros oceanográficos del programa ERFEN en la Cuenca Pacífica Colombiana y la Estación Costera Fija de Tumaco (ESCOFI–Tumaco). La VIOC permite el diagnóstico y seguimiento mensual de fenómenos océano-atmosféricos con impacto en Colombia, especialmente en el Pacífico colombiano (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico, 2026; Ospina Noreña et al., 2009; Pardo Martínez & Alfonso P., 2018; Poveda et al., 1998, 2011). Los cruceros oceanográficos en la Cuenca Pacífica Colombiana forman parte del Programa de Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), coordinado por la Comisión Permanente del Pacífico Sur, y se desarrollan en articulación con Ecuador, Perú y Chile. La Estación Costera Fija de Tumaco, iniciada en 1989 y fortalecida desde 1990 mediante campañas mensuales y quincenales, representa uno de los componentes de observación continua de mayor duración en el Pacífico colombiano, con datos accesibles a través del Centro Colombiano de Datos Oceanográficos (CECOLDO) desde 1993 hasta el presente (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico, 2026; Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2007; Dirección General Marítima, 2020, 2025a).

En conjunto, estos componentes vinculan observaciones locales con indicadores regionales y globales, fortalecen el seguimiento de fenómenos como el ENOS, y mejoran la interpretación de procesos océano-atmosféricos relevantes para Colombia. Su importancia para la observación sistemática del cambio climático radica en que combina mediciones automáticas continuas, campañas oceanográficas, estaciones fijas, productos satelitales, e índices climáticos estandarizados (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico, 2026; Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2007; Dirección General Marítima, 2025b; República de Colombia, 2025; Wang & Fiedler, 2006). Los detalles con información técnica sobre la REDCAM se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.5. Observación de bosques, coberturas de la tierra y carbono

La observación de los bosques, las coberturas de la tierra y el carbono es fundamental para comprender cómo las transformaciones del territorio inciden en el clima, la biodiversidad, la disponibilidad de servicios ecosistémicos y las condiciones de vida de las comunidades. Este componente permite identificar cambios en la extensión y composición de los ecosistemas, y sus procesos de transformación o recuperación, estimar las implicaciones sobre las emisiones y absorciones de GEI y analizar las presiones que afectan la integridad ecológica del territorio.

7.10.5.1. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC)

El Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) de Colombia es el instrumento técnico y científico administrado por el IDEAM para generar información oficial sobre el estado, la dinámica y los cambios de los bosques naturales del país (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023b). Su función es estratégica para la observación sistemática de variables relacionadas con el cambio climático, ya que permite hacer seguimiento a la superficie de bosque natural, los cambios en la cobertura boscosa, las reservas de carbono, las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, y las causas y agentes de la transformación de los bosques (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023a; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2017). El SMByC no solo permite observar la pérdida o recuperación de bosques, sino también estimar su papel en el ciclo del carbono y en la respuesta nacional frente al cambio climático (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023a; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2017).

En la arquitectura nacional de información climática, el SMByC opera como subsistema del SNICC para el componente forestal. La información que genera se articula con el SINGEI, en particular para la estimación de emisiones y remociones asociadas a los cambios en los bosques, y se gestiona en el marco del SIAC, que facilita su interoperabilidad, administración y acceso (Congreso de la República de Colombia, 2018; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023, 2024b). El sistema constituye el núcleo del Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de acciones de mitigación a nivel nacional, al aportar datos esenciales para la toma de decisiones estratégicas y el cumplimiento de compromisos internacionales de Colombia ante la CMNUCC (Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible, 2024b). Los detalles con información técnica sobre el SMByC se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.5.2. Inventario Forestal Nacional (IFN)

El Inventario Forestal Nacional (IFN) es una operación estadística y científica de gran escala, coordinada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) bajo los lineamientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Su propósito central es registrar, caracterizar y monitorear de manera objetiva los bosques naturales del país para proveer información confiable, continua y estandarizada sobre su extensión, estructura y diversidad.

Para cumplir con sus objetivos, el IFN emplea un enfoque multipropósito basado en el levantamiento riguroso de datos en campo mediante unidades de muestreo o conglomerados. A través de esta metodología se evalúan variables clave como la composición florística, el volumen de madera, la biomasa aérea y las reservas de carbono, integrando además el conocimiento de las comunidades locales y el soporte de instituciones científicas aliadas.

Los resultados consolidados por este sistema constituyen un insumo fundamental para la contabilidad nacional de emisiones y absorciones de GEI, fortaleciendo la formulación de planes de ordenación forestal, las estrategias de mitigación del cambio climático y la toma de decisiones para la gestión sostenible de los recursos biológicos del territorio colombiano.

7.10.5.3. Sistema de Monitoreo de Coberturas de la Tierra (SIMCOT)

El Sistema de Monitoreo de Coberturas de la Tierra (SIMCOT), liderado por el IDEAM, es un sistema activo de observación sistemática orientado a generar información nacional sobre las coberturas de la tierra y sus cambios. Complementa el monitoreo forestal con una lectura más amplia de la dinámica territorial, al incluir coberturas naturales, seminaturales, agropecuarias, artificializadas, áreas húmedas y superficies de agua. Esta información es relevante para comprender los efectos combinados del cambio climático y de las presiones humanas sobre los ecosistemas, así como para apoyar procesos de gestión ambiental, ordenamiento territorial, mitigación, adaptación y toma de decisiones basada en evidencia (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025e; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019).

El SIMCOT convierte la cartografía de coberturas en información útil para interpretar cambios territoriales con relevancia climática y ambiental. Aporta además insumos para el mapa nacional de ecosistemas, análisis de

susceptibilidad a incendios y deslizamientos, seguimiento del carbono en ecosistemas boscosos y no boscosos, construcción de indicadores de biodiversidad y conectividad, gestión de autoridades ambientales regionales y definición de la frontera agrícola por parte de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025e). Los detalles con información técnica sobre el SIMCOT se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.6. Observación de biodiversidad y ecosistemas estratégicos

La observación de la biodiversidad y de los ecosistemas estratégicos permite generar información continua sobre el estado, la dinámica y la capacidad de respuesta de los sistemas naturales frente a las presiones climáticas y ambientales. Este componente integra mediciones biológicas, ecológicas y espaciales que permiten identificar cambios en la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas, así como reconocer señales tempranas de deterioro, transformación o recuperación. La información resultante constituye un insumo fundamental para orientar la conservación, la restauración, la adaptación basada en ecosistemas y la gestión de territorios de alta importancia ambiental y climática.

7.10.6.1. Sistema de Información y Soporte para el Monitoreo de Arrecifes Coralinos (SISMAC)

El Sistema de Información y Soporte para el Monitoreo de Arrecifes Coralinos (SISMAC) organiza, analiza, salvaguarda y permite difundir información sobre los arrecifes coralinos de Colombia, como insumo para su conservación. El sistema utiliza herramientas de georreferenciación y análisis de datos, y se basa en sitios de monitoreo de largo plazo diseñados para generar información sobre la salud, la dinámica y el estado de conservación de los ecosistemas coralinos del país (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2001; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). El SISMAC constituye un subsistema del SIAM, por lo que aporta datos esenciales para evaluar los efectos de las presiones humanas y del cambio climático sobre algunos de los ecosistemas marinos más biodiversos del territorio nacional (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023b). Los detalles con información técnica sobre el SISMAC se encuentran en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.10.6.2. Monitoreo de la biodiversidad en el contexto del cambio climático

En Colombia, el monitoreo de la biodiversidad frente al cambio climático no depende de una sola red nacional. Más bien, se apoya en un conjunto de estudios de largo plazo, plataformas de información, tecnologías de observación y modelos que ayudan a identificar cómo responden las especies y los ecosistemas a los cambios del clima. Esta información permite relacionar los cambios observados en la biodiversidad con los procesos climáticos, evaluar los impactos sobre los ecosistemas y anticipar riesgos como la pérdida de biodiversidad, las extinciones locales o la afectación de servicios ecosistémicos (Arce-Plata et al., 2026; Ferrier et al., 2020; Herzog et al., 2010; Lepetz et al., 2009; O'Connor et al., 2020; Shamoun-Baranes et al., 2022).

En el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia, se presentan algunos estudios de largo plazo y de tipo experimental que demuestran las respuestas de las especies y los ecosistemas colombianos frente a cambios en las condiciones climáticas.

La consolidación de los registros de biodiversidad en Colombia se apoya en infraestructuras de datos como el SiB Colombia, que funciona como una red nacional de datos abiertos sobre la diversidad biológica del país. Esta infraestructura facilita la gestión, estandarización y acceso público a información sobre especies y colecciones biológicas, y contribuye a que los datos nacionales estén disponibles e interoperen con redes globales como el Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF) y el Sistema de Información de Biodiversidad del Océano (OBIS) (Global Biodiversity Information Facility, 2026; Ocean Biodiversity Information System, 2026; Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, 2026).

A diciembre de 2025, el SiB Colombia reunía más de 39 millones de registros publicados, incluidos 2,16 millones aportados desde fuentes internacionales, correspondientes a cerca de 83.850 especies observadas. Esta base se ha consolidado mediante la participación de más de 260 socios publicadores nacionales y presenta una cobertura amplia del territorio, aunque con concentraciones notables de observaciones en departamentos como Antioquia, Magdalena, Valle del Cauca, Caldas, Cundinamarca, Meta, Santander, Risaralda y Tolima. La disponibilidad de esta información permite dimensionar la capacidad nacional de registro de la biodiversidad y, al mismo tiempo, reconocer diferencias taxonómicas y territoriales que deben considerarse al interpretar la información sobre los efectos del cambio climático en especies y ecosistemas (Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, 2026).

Además de su cobertura general, la información publicada mediante el SiB Colombia permite caracterizar grupos de especies prioritarios para la conservación y el seguimiento de los impactos del cambio climático (Ministerio

de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024a, 2025a, 2025b; SiB Colombia, 2025; Torres-Morales et al., 2024; United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, 2025). A diciembre de 2025, se disponía de:

- Registros para 1.845 de las 2.104 especies clasificadas en alguna categoría nacional de amenaza.
- Presencia de 4.224 especies reguladas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).
- Registros de 1.141 especies exóticas categorizadas
- Registros para 6.475 de las 8.497 especies endémicas estimadas para Colombia.
- Registros de 765 de las 837 especies migratorias incluidas en la lista de referencia nacional.

Esta información constituye una línea base útil para identificar vacíos de conocimiento y orientar el monitoreo de especies sensibles a cambios en la temperatura, la precipitación, la conectividad ecológica y la transformación de los ecosistemas.

El desarrollo tecnológico ha ampliado la capacidad de monitorear la biodiversidad y ha reducido, en algunos casos, la necesidad de recurrir a métodos invasivos. Herramientas como los sensores LiDAR, los sensores multiespectrales instalados en satélites o drones, las cámaras trampa, el monitoreo acústico pasivo y el análisis de ADN ambiental permiten detectar cambios en especies, comunidades y ecosistemas con mayor cobertura espacial, oportunidad y precisión (Lahoz-Monfort & Magrath, 2021; Stephenson, 2020).

La información recolectada mediante trabajo de campo y tecnologías de observación remota alimenta herramientas analíticas, como los modelos de distribución de especies. Algunos de estos modelos se encuentran disponibles en plataformas nacionales como BioModelos, administrada por el Instituto Humboldt (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2026). Estos modelos permiten estimar cómo podrían modificarse las áreas de distribución de las especies bajo distintos escenarios de cambio climático, lo que contribuye a evaluar su vulnerabilidad, anticipar posibles conflictos de conservación, fortalecer el diseño de áreas protegidas y priorizar acciones de adaptación y conservación frente al cambio climático.

7.10.7. Redes privadas, sectoriales y productivas

Además de las redes públicas de monitoreo ambiental e hidrometeorológico, Colombia cuenta con redes privadas y sectoriales de observación que generan información relevante para comprender la relación entre clima, producción,

disponibilidad de agua, riesgo y cambio climático. Estas redes son operadas por gremios productivos y empresas, y responden a necesidades específicas de sectores altamente sensibles a la variabilidad climática, como la agricultura y la generación de energía. Aunque su propósito inicial está asociado a la gestión productiva y sectorial, la información que producen puede complementar la observación sistemática nacional, especialmente cuando se articula con el IDEAM y con sistemas de información climática del país (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

En el sector agropecuario se destacan redes como la Red Meteorológica Cafetera, gestionada por Cenicafé; la Red de Monitoreo de la Caña de Azúcar, operada por Cenicaña; y las estaciones hidrometeorológicas vinculadas a Fedearroz. Estas infraestructuras permiten medir variables climáticas e hidrometeorológicas relevantes para la producción agrícola, entre ellas precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar y velocidad del viento. Su información apoya decisiones sobre manejo del cultivo, poscosecha, riego, fertilización, productividad, pronósticos agroclimáticos y reducción de emisiones de GEI asociadas a prácticas productivas (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022b; 2024; Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018).

La Red Meteorológica Cafetera de Cenicafé constituye un activo institucional financiado con recursos del gremio cafetero y está diseñada para monitorear variables climáticas críticas que afectan el cultivo y la poscosecha del café (Departamento Nacional de Planeación, 2024). La información procesada se divulga a través del Anuario Meteorológico y el Boletín Agrometeorológico Cafetero, además de alimentar el Atlas Climatológico Cafetero con apoyo de datos del IDEAM (Departamento Nacional de Planeación, 2024).

Por su parte, Cenicaña opera, a través de su área de agrometeorología, una red de estaciones automáticas distribuidas estratégicamente en el valle del río Cauca, orientada a optimizar la gestión del recurso hídrico y la productividad del sector azucarero (Departamento Nacional de Planeación, 2024). Aunque el gremio ha realizado monitoreos históricos, desde 2021 fortaleció la generación de pronósticos climáticos mensuales a nivel territorial, los cuales son compartidos en mesas técnicas agroclimáticas (Departamento Nacional de Planeación, 2024).

Fedearroz también aporta información sectorial mediante estaciones hidrometeorológicas que reportan datos al sistema nacional (Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2018). En este caso, el énfasis no se limita a la medición climática, sino que se orienta al uso de pronósticos climáticos y al modelamiento

de cultivos para reducir emisiones de GEI, especialmente metano y óxido nitroso, asociadas al riego y al uso de fertilizantes en el cultivo de arroz (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En el sector de generación de energía, las redes privadas de monitoreo son especialmente relevantes debido a la alta dependencia del país frente a la hidroelectricidad. La generación hidroeléctrica representa el 63 % de la capacidad efectiva neta del sector eléctrico colombiano y puede alcanzar hasta el 74 % de la generación en periodos específicos, lo que hace que los fenómenos hidrometeorológicos incidan directamente sobre la seguridad del abastecimiento energético nacional (Departamento Nacional de Planeación Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2016). Esta vulnerabilidad ha llevado a empresas como EPM, Celsia-EPSA e Isagen a implementar redes propias de estaciones en sus áreas de influencia, con el fin de complementar la información de la Red Hidrometeorológica Nacional (Departamento Nacional de Planeación, 2024). Adicionalmente, el interés en la energía fotovoltaica y eólica ha impulsado la medición sistemática de la radiación global y del viento con el fin de evaluar potenciales energéticos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022b).

El sector energético cuenta con balances y series de datos actualizadas que permiten realizar análisis de tendencias desde la década de los setenta (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017, 2021b). Esta continuidad es fundamental para estudiar fenómenos como el ENOS y sus efectos sobre la seguridad del abastecimiento energético nacional (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b).

En general, las redes privadas y sectoriales de observación amplían la cobertura de información climática, meteorológica e hidrometeorológica en zonas productivas y áreas de interés estratégico. Su aporte a la observación sistemática radica en que complementan las redes públicas, fortalecen la generación de series de datos, apoyan decisiones sectoriales sensibles al clima y contribuyen al seguimiento de la variabilidad climática y del cambio climático en Colombia (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b, 2022b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

7.10.8. Monitoreo ambiental participativo, comunitario, y comunitario participativo

La observación sistemática no depende únicamente de redes institucionales o equipos especializados. También, se fortalece mediante iniciativas participativas y comunitarias que permiten vincular a actores locales en la generación,

interpretación y uso de información ambiental. Estas iniciativas son relevantes porque acercan los datos a los territorios, fortalecen capacidades locales, incorporan conocimientos prácticos y contribuyen a que la información climática sea útil para comunidades, autoridades y sectores que enfrentan directamente los impactos del cambio climático.

Existen tres tipos de monitoreo ambiental que vale la pena distinguir: Monitoreo ambiental participativo, Monitoreo ambiental comunitario, y Monitoreo comunitario participativo. El primero, Monitoreo Ambiental Participativo, reúne necesidades e intereses de diferentes actores y surge cuando existen puntos de interés compartidos entre instituciones, comunidades, autoridades ambientales, actores privados, organizaciones sociales, habitantes locales o instituciones educativas. En este caso, una institución interesada lidera el proceso (por ejemplo, IDEAM), pero la forma en que se obtiene la información se acuerda con los actores involucrados.

El segundo, Monitoreo Ambiental Comunitario, nace de necesidades concretas identificadas por los actores del territorio. En este enfoque, los habitantes locales orientan la forma en que se desarrolla el monitoreo, participan en todas sus etapas y son los principales responsables del proceso. Las instituciones pueden acompañar fases puntuales, pero la información pertenece a las comunidades y su propósito principal es aportar a la toma de decisiones territoriales.

El tercero, Monitoreo Comunitario Participativo, similar en nombre a los anteriores, es diferente en alcance y aplicación. Este se entiende como un proceso continuo y sistemático en el que usuarios locales de los ecosistemas, incluidos pueblos indígenas, comunidades negras, afrodescendientes y campesinas, recolectan información sobre sus territorios, reflexionan sobre los hallazgos y ejecutan acciones de gestión en respuesta a lo aprendido (Yepes et al., 2018). En el ámbito forestal, estas iniciativas buscan articularse con el Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques (SNMB) y el SMByC, con el fin de fortalecer la gobernanza ambiental y la transparencia en el reporte de variables climáticas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024b; Yepes et al., 2018).

Estas iniciativas participativas y comunitarias de monitoreo ambiental fortalecen la información climática en tres sentidos. Primero, amplían la cobertura hacia escuelas rurales, cuencas altas, glaciares, territorios indígenas y campesinos, microambientes urbanos, bosques, humedales, manglares y zonas donde las redes convencionales no siempre capturan variaciones locales. Segundo, generan información útil para decisiones territoriales relacionadas con servicios climáticos, alertas tempranas, manejo de cultivos, restauración, salud pública, gestión del riesgo, conservación y adaptación. Tercero, favorecen la apropiación social de la información ambiental al involucrar a comunidades locales en la recolección, validación inicial, interpretación y uso de los datos (Instituto de

Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025g; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024e).

7.10.8.1. Iniciativas de monitoreo ambiental

El Monitoreo Ambiental Participativo en Alta Montaña (MAPAM) surgió en 2022 como respuesta a solicitudes de un grupo de hombres y mujeres de diferentes edades y niveles educativos, entre ellos estudiantes, campesinos, montañistas y guías de turismo interesados en estudiar los glaciares mediante protocolos de monitoreo establecidos por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2026a; Organización Meteorológica Mundial, 2025). La iniciativa acercó la producción de conocimiento científico a la ciudadanía y redujo la distancia entre el conocimiento técnico y la experiencia cotidiana de las comunidades.

MAPAM cuenta con un componente de monitoreo participativo del clima, enfocado en precipitación y temperaturas máxima y mínima en escuelas rurales de montaña. A diciembre de 2025, este componente tenía una red de 25 puntos de monitoreo climático ubicados en instituciones educativas públicas y privadas de cinco departamentos de la región Andina, y había vinculado a más de 300 niños y niñas entre los 6 y 16 años. Este proceso promueve nuevas formas de aprendizaje, participación juvenil y diálogo intergeneracional (Organización Meteorológica Mundial, 2003, 2025b).

El componente de monitoreo glaciar participativo registra eventos extremos y cambios en los glaciares a partir de observaciones de habitantes de municipios ubicados en zonas de influencia de los Parques Nacionales Naturales Los Nevados y El Cocuy. En la Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán, se han implementado los Senderos del Cambio Climático con participación activa de mujeres de los municipios de Güicán de la Sierra y El Cocuy. Esta experiencia muestra el retroceso glaciar mediante placas artesanales instaladas en senderos autorizados, y visibiliza el papel de las mujeres en la transformación del turismo convencional hacia un turismo consciente, asociado a la educación ambiental y a la apropiación local del conocimiento (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2026a).

El proyecto ENANDES, liderado en Colombia por el IDEAM y desarrollado con la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y otros servicios meteorológicos de la región, buscó mejorar la capacidad de adaptación de comunidades andinas mediante servicios climáticos84. En el departamento del Cauca, el proyecto estableció una Red de Monitoreo Climático Comunitario con 10 pluviómetros tipo Hellman distribuidos en 13 veredas de Popayán, Totoró y Puracé. Los instrumentos fueron operados por observadores voluntarios de comunidades campesinas e indígenas, quienes reportaron semanalmente datos de precipitación que fueron verificados y cargados en la plataforma *Volunclima* del

CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, 2026; Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica & Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, 2024, 2025; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025j; Organización Meteorológica Mundial, 2021).

Además del monitoreo de precipitación, ENANDES fortaleció el seguimiento de bioindicadores climáticos con comunidades campesinas e indígenas. A partir de 29 bioindicadores de tipo atmosférico, astronómico y natural, se priorizaron 15 con alto y mediano grado de credibilidad para el pronóstico local de lluvias. Esta información fue incorporada en boletines co-diseñados y validados entre técnicos e integrantes de las comunidades, lo que permitió integrar la voz comunitaria en productos institucionales y mejorar la toma de decisiones territoriales (Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica & Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, 2025; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025j).

El monitoreo ambiental participativo también se ha aplicado en contextos urbanos y amazónicos. En Bogotá, la Red Colaborativa de Microsensores de Calidad del Aire complementa la red oficial de calidad del aire al acercar la medición de contaminantes a comunidades y microambientes urbanos, como vías, ciclorrutas, entornos escolares, barrios y zonas industriales (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022). En la Amazonia, el Instituto SINCHI aporta herramientas orientadas al seguimiento de acuerdos locales de conservación del bosque, y experiencias de monitoreo ambiental de fauna de interés que vinculan datos biofísicos, conocimiento local, gobernanza comunitaria y decisiones de manejo adaptativo (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2026b, 2026a; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2018; Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana, 2026b; Yepes et al., 2018).

Con respecto a los bosques, el carbono y biodiversidad, el monitoreo comunitario participativo ha demostrado que las comunidades locales pueden aportar información que las estaciones automáticas o los sensores remotos no siempre capturan con suficiente detalle. Estas iniciativas, le permiten a las comunidades conocer los recursos del territorio, observar procesos ecológicos, identificar presiones ambientales y complementar a los sistemas nacionales de monitoreo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024b; Yepes et al., 2018). Entre las variables monitoreadas, se incluyen cobertura de bosque natural, biodiversidad, reservas y depósitos de carbono, biomasa, deforestación, degradación de bosques, incendios forestales, minería ilegal, extracción de madera, caudales, fuentes hídricas e hidrografía local.

7.10.8.2. Gestión de datos, interoperabilidad y uso responsable de la información comunitaria

El valor de las iniciativas participativas y comunitarias para la observación sistemática depende no solo de la recolección de datos, sino también de su calidad, continuidad, trazabilidad y posibilidad de articulación con sistemas oficiales. Por esta razón, la información producida en estos procesos no debe incorporarse automáticamente como información oficial sin protocolos claros de captura, calibración, control de calidad, validación, metadatos, interoperabilidad, almacenamiento y definición de responsabilidades sobre el uso y propiedad de los datos.

El caso de ENANDES muestra una ruta posible de articulación entre observación local y validación técnica, mediante reportes semanales de precipitación, verificación de campo, revisión de datos y carga en la plataforma *Volunclima* del CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, 2026). Sin embargo, también muestra que la sostenibilidad de estas redes requiere protocolos estandarizados y mecanismos institucionales que permitan su continuidad más allá de los proyectos de cooperación.

De forma similar, el monitoreo comunitario participativo asociado al SMByC y al SNMB requiere condiciones que permitan conectar la información local con los sistemas nacionales de monitoreo de bosques, carbono y biodiversidad. El uso de tecnologías como ODK, GPS, drones, cámaras trampa, grabadoras de fauna y mediciones estructurales de bosques puede facilitar esta articulación, siempre que existan procedimientos claros para validar, documentar y utilizar la información (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2023; República de Colombia, 2025; Yepes et al., 2018).

Por lo tanto, este tipo de iniciativas de monitoreo ambiental puede fortalecer sistemas nacionales y regionales de monitoreo, siempre que se garantice la calidad técnica de los datos y se respeten los acuerdos sobre participación, propiedad de la información y uso de los resultados. Esta condición es especialmente relevante cuando la información se utiliza para apoyar servicios climáticos, alertas tempranas, gestión del riesgo, restauración ecológica, conservación de biodiversidad, monitoreo de bosques, seguimiento de carbono o toma de decisiones territoriales.

7.10.9. Redes históricas o inactivas

Las redes históricas o inactivas son aquellas capacidades de observación que ya no operan bajo su esquema original, pero que siguen siendo importantes para comprender cómo se ha construido el monitoreo ambiental en Colombia. Aunque estas redes no forman parte de la infraestructura activa actual, dejaron

antecedentes técnicos, metodológicos e institucionales que ayudaron a consolidar los sistemas modernos de vigilancia ambiental. Además, sus registros pueden ser útiles para estudiar tendencias de largo plazo, siempre que cuenten con condiciones adecuadas de calidad, trazabilidad y comparabilidad.

En el caso de la calidad del aire, dos antecedentes son especialmente relevantes: la Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (RED PANAIRE) y la Red Nacional de Vigilancia de Calidad del Aire (RNVCA). Ambas redes permitieron avanzar en la medición sistemática de contaminantes atmosféricos en ciudades, en el uso de métodos comparables y en la construcción de capacidades técnicas que posteriormente sirvieron de base para los SVCA y para el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022a, 2024).

7.10.9.1. Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (RED PANAIRE)

La Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (RED PANAIRE) fue una iniciativa impulsada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y constituye uno de los antecedentes más importantes de la vigilancia atmosférica en Colombia y en América Latina. Esta red surgió del interés de la OPS por establecer un diagnóstico regional sobre el estado de la calidad del aire y tuvo un alcance continental, con estaciones de monitoreo en 14 países de Latinoamérica, entre ellos Colombia, Argentina, Brasil, Bolivia y Costa Rica (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024).

Su propósito principal fue recolectar datos bajo estándares unificados para comparar los niveles de contaminación entre ciudades del continente. Este enfoque permitió avanzar hacia una forma más ordenada y comparable de medir la contaminación del aire y sentó bases para lo que posteriormente sería reconocido como un referente nacional del monitoreo atmosférico (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024).

La RED PANAIRE utilizaba un esquema de muestreo normalizado y se concentraba en contaminantes atmosféricos asociados a la contaminación urbana. Con el tiempo, estas variables evolucionaron hacia los actuales contaminantes criterio (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022a, 2024). La red operó con estaciones de tecnología manual, lo que significa que las muestras debían recolectarse físicamente, por ejemplo, mediante filtros que luego eran analizadas en laboratorio (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010b). Sus operaciones iniciaron en 1967 y se mantuvieron hasta 1980 (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024). En los sistemas manuales que heredaron este tipo de protocolos, la medición de contaminantes suele trabajar con una resolución temporal de 24 horas, mientras que los sistemas modernos complementan este enfoque con mediciones

automáticas a cada hora (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010b).

La importancia de la RED PANAIRE para la observación sistemática radica en que ayudó a establecer métodos comparables para medir contaminación del aire y aportó insumos para el diseño estadístico y técnico del SISAIRE (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024). Contribuyó a reconocer la relación entre calidad del aire, salud ambiental y cambio climático. En los sistemas actuales, las mediciones de calidad del aire se complementan con variables meteorológicas como viento, temperatura y radiación solar, porque estas ayudan a entender cómo se dispersan los contaminantes y cómo interactúan con las condiciones climáticas locales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022a; Organización Meteorológica Mundial, 2019).

7.10.9.2. Red Nacional de Vigilancia de Calidad del Aire (RNVCA)

La Red Nacional de Vigilancia de Calidad del Aire (RNVCA) fue una etapa intermedia en la evolución del monitoreo atmosférico en Colombia. Esta reemplazó a la RED PANAIRE y sirvió como antecedente directo de los sistemas modernos de vigilancia e información sobre calidad del aire (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022a, 2024). Esta red inició operaciones en 1980 y mantuvo una vigilancia sistemática durante trece años, hasta 1993. Durante ese periodo, alcanzó una cobertura importante, con más de 50 estaciones de monitoreo distribuidas en el territorio nacional (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024).

La finalización de la RNVCA bajo su esquema original no se debió a una falla técnica, sino a un cambio estructural en la gestión ambiental del país. La Ley 99 de 1993 creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y transformó la forma en que se asignaban las responsabilidades del monitoreo ambiental (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022a). Antes de esa ley, la vigilancia de la calidad del aire estaba bajo responsabilidad exclusiva del sector salud. A partir de la nueva estructura institucional, esta responsabilidad se trasladó al sector ambiental y se descentralizó hacia las autoridades ambientales regionales y urbanas, que pasaron a ser responsables de instalar y operar sus propios SVCA (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022a, 2024).

La RNVCA operó principalmente bajo lineamientos metodológicos orientados a conocer la contaminación urbana y su relación con el entorno. Sus mediciones se enfocaban en los contaminantes criterio (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b). Al igual que la RED PANAIRE, utilizaba tecnologías manuales, basadas en la toma física de muestras en filtros o medios absorbentes

para su posterior análisis en laboratorio. La frecuencia de medición estándar era de 24 horas, lo que permitía obtener promedios diarios. En contraste, los sistemas automáticos actuales permiten información con resolución horaria.

La RNVCA fue fundamental para estructurar el SISAIRE, que actualmente integra datos nacionales sobre calidad del aire. Las experiencias de muestreo normalizado de esta red también aportaron a los protocolos actuales de validación y consistencia de la información. Además, la evolución desde estas redes históricas permitió comprender que el seguimiento de la calidad del aire requiere integrar variables meteorológicas como viento, temperatura, radiación solar y humedad en los mismos puntos de medición, pues estas variables influyen en la concentración, transporte y dispersión de los contaminantes.

El legado de la RNVCA también impulsó la modernización tecnológica de los sistemas de vigilancia. Mientras las redes históricas operaban con equipos manuales, los sistemas actuales han incorporado progresivamente estaciones automáticas.

En conjunto, la RED PANAIRE y la RNVCA muestran que la observación sistemática de variables ambientales relacionadas con el cambio climático no surgió de manera inmediata, sino como resultado de un proceso gradual de acumulación institucional, técnica y metodológica. Estas redes históricas permitieron avanzar en la medición estandarizada de contaminantes atmosféricos, en la comparación de datos entre ciudades, en la descentralización del monitoreo ambiental y en la integración progresiva de variables meteorológicas necesarias para interpretar la calidad del aire. Su importancia actual no radica en que sigan operando, sino en que explican el origen de capacidades nacionales que hoy sostienen sistemas modernos como los SVCA y el SISAIRE.

7.10.10. Catálogo Nacional de Estaciones (CNE) e infraestructura de monitoreo

El Catálogo Nacional de Estaciones (CNE) puede entenderse como el inventario oficial de los puntos de monitoreo que alimentan la infraestructura nacional de observación hidrometeorológica. Su función no es solo administrativa: permite identificar cada estación, ubicarla espacialmente, conocer su tecnología, su estado operativo y el tipo de mediciones que realiza.

El conjunto de datos del Catálogo Nacional de Estaciones se encuentra disponible en el portal *datos.gov.co*. De acuerdo con la consulta realizada el 21 de abril de 2026, el catálogo registra 9.399 estaciones. De este total, 3.655 estaciones no se incluyen en la caracterización operativa de la red, debido a que se encuentran suspendidas y corresponden a procesos de retiro gradual ocurridos

a lo largo de las últimas décadas. Por esta razón, estas estaciones no reflejan la funcionalidad actual de la red ni deben interpretarse como parte de la infraestructura operativa vigente.

7.10.10.1. Estaciones que componen la red

La red cuenta actualmente con 5.398 estaciones activas y 346 estaciones en mantenimiento, que constituyen la infraestructura disponible para la operación y seguimiento de las variables hidrometeorológicas. Entre las 5,744 estaciones que conforman la red, 69,0% son convencionales y 31,0% son automáticas (Tabla 7-15). Las estaciones convencionales se basan en instrumentos de lectura directa o registros análogos mecánicos, y requieren de un observador voluntario que realiza lecturas en momentos específicos del día (06:00 y 18:00 horas en las estaciones hidrológicas, y 07:00, 13:00, y 17:00 o 18:00 en las meteorológicas). Los datos se registran manualmente en libretas o formatos físicos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; 2022). Por otro lado, las estaciones automáticas utilizan sensores electrónicos para medir las variables de forma continua y autónoma, sin necesidad de un observador permanente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

Estas pueden enviar la información de manera remota al centro de recepción en tiempo casi real (automáticas con telemetría) o guardar la información internamente en la memoria hasta que un técnico se desplaza al punto para descargar los datos (automáticas sin telemetría) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b). El 85.6% de las estaciones automáticas están activas mientras el 97,7% de las estaciones convencionales lo están (Tabla 7-15). Entre las estaciones automáticas, el 96,6% cuentan con telemetría para transmitir sus mediciones.

Tabla 7-15. Estaciones de monitoreo por tecnología y estado

Tecnología	Estado		Total
	Activa	En mantenimiento	
Convencional	3.875	90	3.965
Automática con Telemetría	1.149	129	1.278
Automática con Telemetría, Convencional A	315	125	440
Automática sin Telemetría	57	2	59
Automática sin Telemetría, Convencional B	2	0	2
Total	5.398	346	5.744

Nota. A. Estaciones en las cuales un módulo opera de forma automática y otro sigue funcionando de forma convencional. En estas, la parte automática puede enviar los datos a través de telemetría. B. Estaciones en las cuales un módulo opera de forma automática y otro sigue funcionando de forma convencional. En estas, la parte automática no puede enviar los datos a través de telemetría, y deben ser descargados directamente en el punto de la estación.

Fuente. Elaboración propia.

Al discriminar la red por clase de estación, se observa que la infraestructura incluye estaciones meteorológicas e hidrológicas. Dentro de la clase meteorológica, el tipo con mayor participación corresponde a las estaciones pluviométricas, que representan el 37,1 % de la red. En la clase hidrológica, los tipos más representativos son las estaciones limnimétricas y limnigráficas, con 18,1 % y 14,3 % de la red, respectivamente (Tabla 7-16). En total, el catálogo continúa organizado alrededor del núcleo clásico del monitoreo hidrológico y pluviométrico.

Tabla 7-16. Estaciones por tecnología y estado

Tipo de estación	Frecuencia	Porcentaje del total (%)	Definición
Pluviométrica	2.129	37,1	Mide con pluviómetro la cantidad de lluvia caída entre dos observaciones consecutivas, usualmente una vez al día.
Limnimétrica	1.041	18,1	Mide el nivel de una corriente hídrica con un limnímetro o mira graduada, sin registrarlo automáticamente. Una persona toma el dato y lo anota.
Limnigráfica	821	14,3	Mide el nivel de una corriente hídrica mediante un aparato registrador de nivel que produce un limnigrama.
Climatológica Ordinaria	662	11,5	Mide lluvias y temperaturas extremas e instantáneas. Debe contar al menos con pluviómetro, pluviógrafo y psicrómetro.
Climatológica Principal	423	7,4	Miden precipitación, temperatura del aire, temperaturas máxima y mínima a 2 m, humedad, viento, radiación, brillo solar, evaporación, temperaturas extremas del tanque de evaporación, cantidad de nubes y fenómenos especiales. Es la categoría meteorológica más completa.
Pluviográfica	388	6,8	Registra en forma mecánica y continua la precipitación, permitiendo conocer cantidad, duración, intensidad y período de ocurrencia de la lluvia.
Meteorológica Especial	107	1,9	Sigue un fenómeno o un propósito específico, por ejemplo, heladas.
Agrometeorológica	91	1,6	Realiza observaciones meteorológicas y algunos registros cercanos al suelo y a varias profundidades.
Meteorológica Marina	32	0,6	Estación de observación meteorológica situada en el mar
Sinóptica Principal	30	0,5	Estación básica para seguimiento, diagnóstico y pronóstico del tiempo, con observaciones horarias en horas convenidas internacionalmente sobre los principales elementos meteorológicos.
Sinóptica Secundaria	8	0,1	Similar a la sinóptica principal, pero con un conjunto algo más acotado de variables usuales como visibilidad, fenómenos especiales, tiempo atmosférico, nubosidad, estado del suelo,

Tipo de estación	Frecuencia	Porcentaje del total (%)	Definición
			precipitación, temperatura, humedad, presión y viento.
Radio Sonda	6	0,1	Miden variables meteorológicas a diferentes alturas de la atmósfera por medio de radiosondeos, como temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y viento.
Ambiental	4	0,1	Infraestructura permanente o temporal usada para tomar datos en un punto de monitoreo.
Hidrometeorológica	2	0,03	Puede medir, en un mismo sitio, variables hidrológicas y meteorológicas al mismo tiempo.

Fuentes: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019a; 2021c; 2022c.

7.10.10.2. Entidades operadoras y organización del sistema

Se identificaron 65 entidades operadoras en la caracterización de la red. El IDEAM concentra el mayor número de estaciones, con 2.539 registros, equivalentes al 44,2 % del total analizado. Le siguen la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR Cundinamarca), con 470 estaciones; la Federación Nacional de Cafeteros, con 389; la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), con 318; y las empresas de servicios públicos EAAB y EPM, cada una con 269 estaciones (Tabla 7-17).

En conjunto, 14 entidades cuentan con más de 100 estaciones y operan el 90,8 % del total de estaciones consideradas. El total de las estaciones particulares fueron agrupadas en una sola categoría (352 en la categoría “Estaciones particulares”). En contraste, 15 entidades cuentan con una única estación. Al revisar el estado operativo, 60 de las 65 entidades reportan el 100 % de sus estaciones activas.

Tabla 7-17. Entidades que operan más de 50 estaciones

Institución	Número de estaciones	Porcentaje de estaciones activas (%)
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	2.539	87,5
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca	470	100,0
Federación Nacional de Cafeteros	389	100,0
Estaciones Particulares	352	100,0
Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca (CVC)	318	100,0
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P	269	100,0
Empresas Públicas De Medellin E.S.P.	269	100,0
Corporación Autónoma Regional de Antioquia	126	83,3
Central Hidroeléctrica de Caldas S.A.	117	100,0

Institución	Número de estaciones	Porcentaje de estaciones activas (%)
Centro Nacional de Investigaciones de Café	93	100,0
Corporación Autónoma Regional de Caldas	76	100,0
ISAGEN S.A. E.S.P.	75	100,0
Federación Nacional de Arroceros	64	100,0
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático	60	100,0

Fuente. Elaboración propia.

De las 65 entidades, 14 solo tienen estaciones convencionales y 51 tienen al menos una estación automática. Entre las últimas, 35 entidades tienen solo estaciones automáticas, y 28 tienen solo estaciones automáticas con telemetría. Según el sector, el 45,0% de las estaciones son operadas por entidades públicas nacionales (ambientales, marítimas o de gestión del riesgo), el 22,3% por autoridades ambientales regionales o urbanas, y el 13,9% por empresas de servicios públicos, energía o acueducto (Tabla 7-18).

Tabla 7-18. Tipo de entidad que opera las estaciones

Tipo de entidad	Entidades	Número de Estaciones	Porcentaje del total (%)	Porcentaje de estaciones activas (%)
Entidad pública nacional ambiental, marítima o de gestión del riesgo	5	2.586	45,0	87,7
Autoridad ambiental regional o urbana	20	1.281	22,3	97,9
Empresa de servicios públicos, energía o acueducto	14	799	13,9	100,0
Gremio o centro de investigación sectorial	6	589	10,3	100,0
Privado productivo, industrial, portuario o particular	10	378	6,6	99,7
Entidad pública territorial o distrital [A]	5	89	1,5	100,0
Otras entidades públicas, académicas y proyectos técnicos [B]	5	22	0,4	100,0
Total	65	5.744	100,0	94,0

Nota. A. Alcaldías, gobernaciones, institutos distritales o fondos territoriales. B. Ministerios históricos, Electraguas, universidad y Proyecto Colombo-Holandés.

7.10.10.3. Cobertura temporal y permanencia operativa

La profundidad temporal de la red sigue siendo uno de sus atributos más valiosos. El año de instalación más antiguo es 1900 y la estación más longeva acumula 126

años de operación. Considerando la totalidad de las estaciones del catálogo (9.399 estaciones que incluyen activas, en mantenimiento y suspendidas), el tiempo promedio de operación de una estación es de 30,57 años. Existe una gran proporción de estaciones de larga trayectoria; las estaciones que tienen o tuvieron más de 30 años de operación equivalen al 48% del total (Tabla 7-19). Esto muestra que casi la mitad del catálogo corresponde a estaciones con series históricas relativamente largas, lo cual es valioso para análisis climáticos, hidrológicos y de variabilidad de largo plazo.

En el rango de menos de 5 años de operación, se encuentran el 14,5% de las estaciones, de las cuales el 85,8 % corresponden a estaciones suspendidas. También, en los rangos de operación de 5 a 10 años y 10 a 20 años los porcentajes de estaciones suspendidas son altos, con 57,15 % y 60,62 %, respectivamente.

Tabla 7-19. Distribución de estaciones por años de operación

Rango de años de operación (en años)	Número de estaciones	Porcentaje del total (%) [A]	Porcentaje de estaciones suspendidas (%)
0-5	1.362	14,5	85,2
5-10	1.265	13,5	57,2
10-20	1.267	13,5	60,6
20-30	811	8,6	49,6
30-50	2.090	22,2	20,9
50-100	2.413	25,7	4,7
Más de 100	6	0,1	16,7
Sin dato	185	2,0	28,1

Nota. A. El total de estaciones corresponde a 9.399 estaciones, en las cuales se incluyen estaciones activas, en mantenimiento, y suspendidas.

En conjunto, la red nacional de estaciones es amplia, con periodos de observación que pueden abarcar varias décadas y un gran protagonismo del IDEAM, pero sostenido también por una gran diversidad institucional de 65 operadores. Esta diversidad amplía la cobertura espacial y temática del sistema, aunque también exige una fuerte interoperabilidad entre actores.

7.10.11. Tecnologías satelitales, sensores remotos y nuevas herramientas de observación

Las tecnologías satelitales son un componente clave de la observación sistemática de variables ambientales y climáticas en Colombia. A diferencia de las estaciones en terreno, que miden condiciones en puntos específicos, los sensores remotos permiten observar grandes extensiones del territorio y del océano de manera periódica. Esto es especialmente importante en un país con alta diversidad de ecosistemas, zonas de difícil acceso, alta nubosidad en algunas

regiones y necesidades crecientes de información para la adaptación, la mitigación y la gestión del riesgo.

En el monitoreo forestal, el SMByC utiliza imágenes satelitales Landsat de 30 metros de resolución para generar información nacional sobre área de bosque, deforestación, regeneración y carbono. En el caso del SIMCOT, el IDEAM ha incorporado imágenes Sentinel-2 y Sentinel-1, modelos de inteligencia artificial y herramientas de computación en la nube para fortalecer la generación de información nacional sobre coberturas terrestres. Estos desarrollos han permitido producir mapas ráster de 10 metros de resolución espacial, equivalentes a una escala aproximada de 1:50.000, que complementan la cartografía vectorial nacional basada en la metodología CORINE Land Cover Colombia a escala 1:100.000 (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025e).

En la Amazonia colombiana, el SIAT-AC aprovecha imágenes satelitales y otros datos de sensores remotos para generar información regional sobre el estado y las transformaciones del territorio. Entre sus productos, se incluyen mapas de puntos de calor (que alertan sobre posibles quemas), cicatrices de quema, coberturas de la tierra, niveles de intervención humana, paisajes agropecuarios y ecosistemas, elaborados a escala 1:100.000. Esta información se integra en geoportales, datos abiertos, reportes e indicadores territoriales, lo que facilita su consulta y uso por parte de instituciones, investigadores y tomadores de decisiones (Galindo et al., 2014; Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2026b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025e; Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana, 2026a, 2026c).

Las tecnologías satelitales también son fundamentales para la meteorología, la hidrología y los sistemas de alerta. Colombia opera estaciones receptoras digitales de imágenes de satélites meteorológicos GOES, que permiten hacer seguimiento en tiempo real a fenómenos como huracanes, tormentas tropicales, y la dinámica de la ZCIT (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Además, los datos satelitales alimentan modelos de pronóstico que se difunden mediante el Boletín de Condiciones Hidrometeorológicas Actuales, Alertas y Pronósticos (BCH), el cual es un producto importante para el seguimiento de amenazas por deslizamientos de tierra e inundaciones en las cinco macrocuencas del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024d).

En el componente oceánico, los sensores remotos permiten observar temperatura superficial del mar, clorofila, vientos, nubosidad, mareas y corrientes superficiales, y complementan las mediciones *in situ* realizadas por redes y campañas oceanográficas (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico, 2026; Dirección General Marítima, 2025b). Las tecnologías satelitales sirven también para transmitir información desde

estaciones automáticas ubicadas en zonas remotas. Colombia emplea satélites y sistemas de comunicación como GOES, VSAT e Inmarsat BGAN para recibir datos de estaciones donde no hay cobertura celular, lo que fortalece la continuidad de la observación ambiental y climática (Dirección General Marítima, 2025b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022b).

7.10.12. Infraestructura de observación sistemática de Colombia

El conjunto de redes, sistemas, tecnologías e infraestructuras descrito muestra que Colombia cuenta con una base amplia para observar distintos componentes del sistema climático y ambiental. Esta base incluye estaciones convencionales y automáticas, radares meteorológicos, sistemas de vigilancia de la calidad del aire, redes hidrogeológicas e isotópicas, monitoreo glaciar, redes marino-costeras y oceanográficas, sistemas de seguimiento de bosques y coberturas de la tierra, monitoreo de biodiversidad, redes privadas, iniciativas comunitarias y tecnologías satelitales.

Sin embargo, su valor no depende únicamente de la existencia de equipos o plataformas, sino de su capacidad para generar información continua, confiable y útil que alimente indicadores, reportes y decisiones relacionados con la NDC, los BTR, la adaptación, la mitigación y la gestión del riesgo. Para ello, se requiere asegurar la continuidad de las series, la calidad de los datos, la trazabilidad de los procedimientos, la interoperabilidad entre sistemas y la articulación entre las entidades que producen y utilizan la información.

En este sentido, la infraestructura de observación sistemática constituye una condición habilitante para la transparencia climática, la planificación territorial y el fortalecimiento de la investigación científica. Sus datos permiten identificar tendencias, evaluar cambios ambientales, sustentar alertas tempranas, hacer seguimiento a medidas climáticas y proporcionar evidencia para los procesos nacionales de reporte y toma de decisiones.

La integración entre investigación y observación sistemática permite que las mediciones ambientales no permanezcan como registros aislados. La investigación interpreta las señales observadas, analiza sus causas y efectos, evalúa impactos y propone respuestas, mientras que la observación sistemática aporta datos continuos y comparables sobre la evolución del clima, los ecosistemas y los territorios. Esta relación fortalece la capacidad del país para tomar decisiones climáticas basadas en evidencia.

7.11. Cobertura geográfica de la observación sistemática

La cobertura geográfica de la observación sistemática en Colombia refleja la diversidad ambiental del país y, al mismo tiempo, la distribución desigual de las capacidades institucionales, tecnológicas y operativas de monitoreo. Las redes, sistemas e iniciativas descritas en las secciones anteriores no se distribuyen de manera homogénea en todo el territorio nacional. Su presencia depende de factores como la concentración de población, la exposición a riesgos climáticos, la importancia de ciertos ecosistemas, la disponibilidad de infraestructura, la presencia institucional y las prioridades de gestión ambiental de cada región.

Por esta razón, analizar la cobertura geográfica permite identificar dónde existe mayor disponibilidad de información y dónde persisten vacíos de observación. En términos generales, la región Andina concentra la mayor densidad de estaciones, redes urbanas, sistemas de alerta y capacidades técnicas; las regiones Caribe y Pacífica integran redes continentales con sistemas marino-costeros y oceanográficos; y la Orinoquía y la Amazonia enfrentan mayores retos por su extensión territorial, baja densidad de infraestructura en campo y alta importancia ecosistémica.

Con este enfoque, las siguientes subsecciones presentan la cobertura geográfica de la observación sistemática en las diferentes regiones del país.

7.11.1. Panorama nacional

El Catálogo Nacional de Estaciones permite analizar la distribución territorial de la infraestructura de monitoreo. La red cuenta actualmente con 5.398 estaciones activas y 346 estaciones en mantenimiento, que constituyen la infraestructura disponible para la operación y seguimiento de las variables hidrometeorológicas (5.744 estaciones en total). Su cobertura se extiende a los 32 departamentos y a Bogotá, D. C (para más información del catálogo y su composición por tecnología, tipo de estaciones y entidades operadoras, ver la sección 7.10.10). La mayor concentración de estaciones se registra en Cundinamarca, Antioquia y Valle del Cauca, mientras que departamentos como Vaupés, el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Guaviare y Guainía tienen una participación mucho menor en el inventario (Tabla 7-20; Figura 7-14).

Tabla 7-20. Distribución de estaciones por departamento

Departamento	Número de estaciones	Porcentaje del total de estaciones de Colombia (%)	Porcentaje de estaciones activas (%)	Km^2 por estaciones [A]
Cundinamarca	837	14,6	96,9	27,0
Antioquia	789	13,7	95,7	80,6
Valle Del Cauca	580	10,1	97,4	38,2
Boyacá	330	5,7	96,7	24,2
Caldas	326	5,7	96,3	70,3
Santander	318	5,5	95,9	96,0
Bogotá	256	4,5	99,2	6,9
Tolima	253	4,4	88,9	93,1
Cauca	222	3,9	90,1	132,0
Huila	201	3,5	94,0	99,0
Risaralda	150	2,6	95,3	27,6
Norte De Santander	140	2,4	86,4	154,6
Bolívar	135	2,4	74,1	192,4
Meta	122	2,1	97,5	701,9
Nariño	113	2,0	94,7	294,4
Córdoba	111	1,9	88,3	216,0
La Guajira	98	1,7	81,6	212,7
Magdalena	97	1,7	89,7	239,1
Cesar	95	1,7	94,7	241,1
Quindío	88	1,5	92,0	21,0
Chocó	72	1,3	81,9	646,3
Casanare	71	1,2	93,0	628,7
Putumayo	64	1,1	96,9	388,8
Sucre	51	0,9	80,4	214,1
Atlántico	43	0,7	86,0	78,8
Amazonas	38	0,7	94,7	2,885,9
Vichada	36	0,6	97,2	2,695,9
Caquetá	33	0,6	81,8	2,784,5
Arauca	22	0,4	86,4	1,082,6
Vaupés	16	0,3	100,0	3,5
Archipiélago De San Andrés, Providencia Y Santa Catalina	15	0,3	100,0	3,383,4
Guainía	14	0,2	100,0	5,159,9
Guaviare	8	0,1	100,0	6,682,5

Nota. El área de cada departamento o distrito proviene del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Marco Geoestadístico Nacional, 2025.

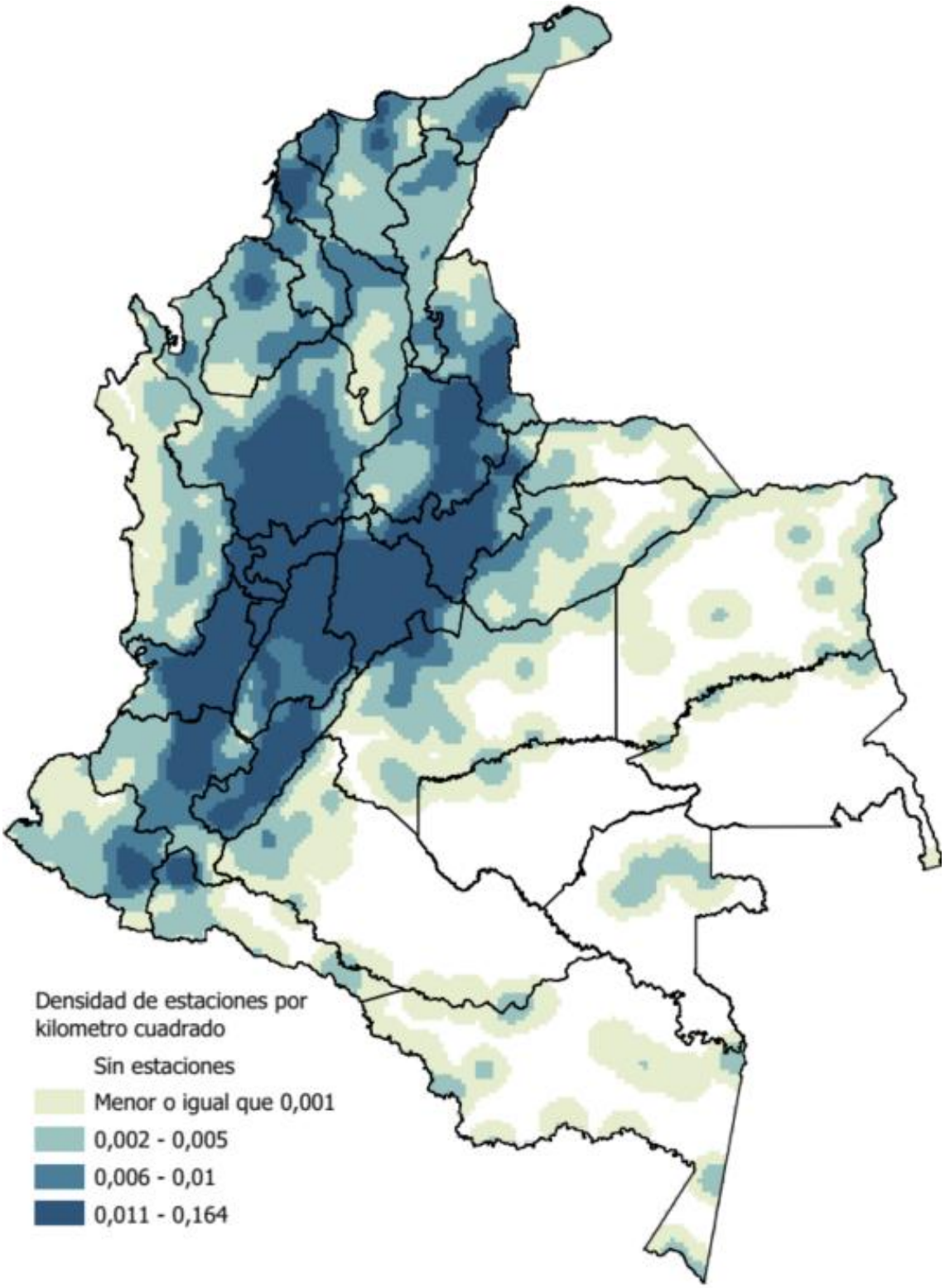


Figura 7-14. Densidad de estaciones por kilómetro cuadrado. La densidad de puntos se estimó con el método de densidad de Kernel en ArcGIS Pro.

Fuente. Elaboración propia.

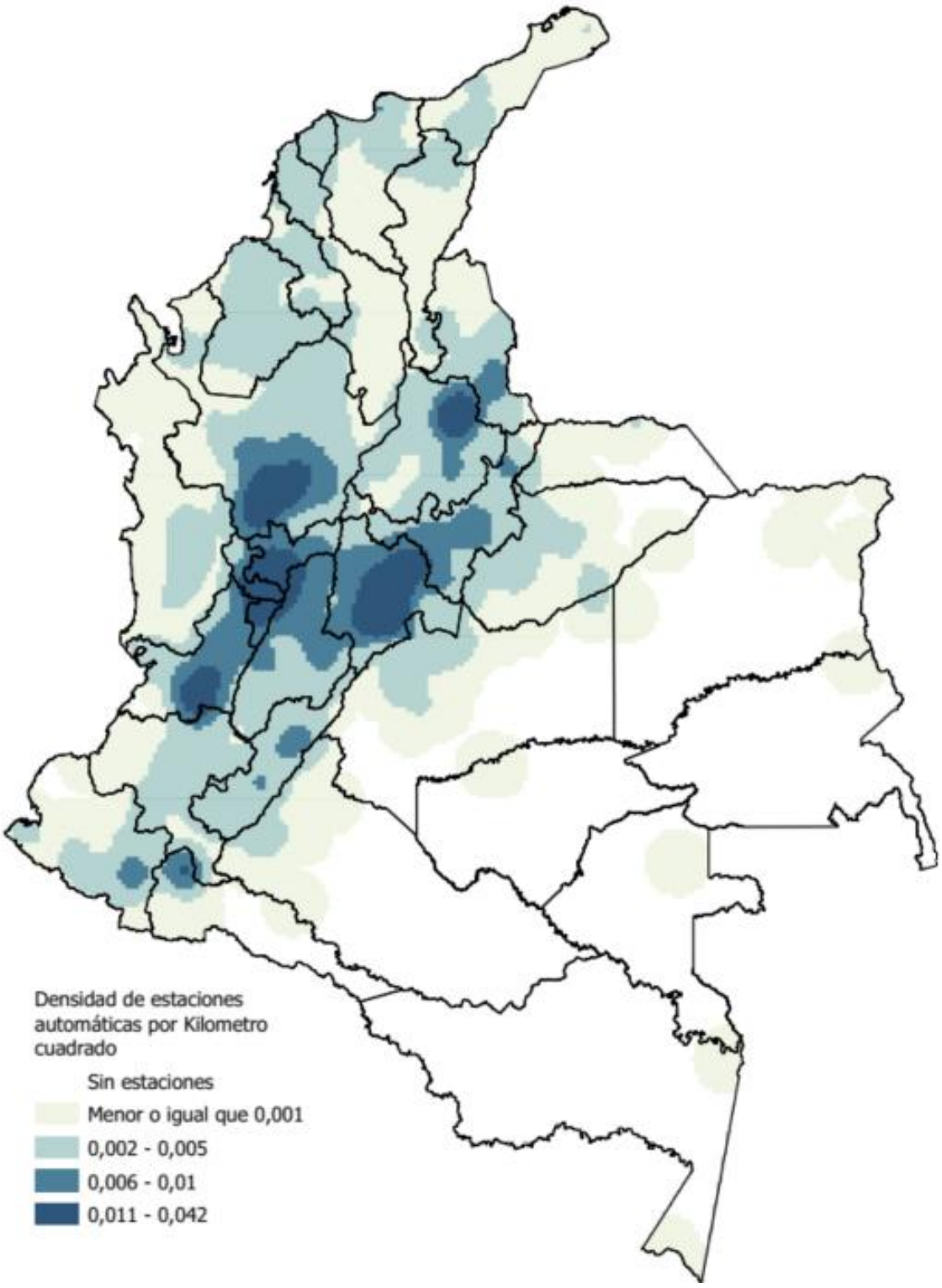


Figura 7-15. Densidad de estaciones automáticas por kilómetro cuadrado. La densidad de puntos se estimó con el método de densidad de Kernel en ArcGIS Pro.

Fuente. Elaboración propia.

Con respecto a cobertura territorial, Colombia cuenta en promedio con 199 Km^2 por estación. Esta cobertura territorial está muy lejos de ser uniforme (Tabla 7-20). Los territorios con mayor cobertura son el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Bogotá D. C., Quindío, Caldas y Cundinamarca. En contraste, los mayores valores de Km^2 por estación se presentan en departamentos extensos y con pocas estaciones, como Guaviare, Guainía, Vaupés, Amazonas y Vichada. Esto indica que la cobertura es mucho más densa en territorios urbanos, andinos o de menor extensión, mientras que en la Amazonia y la Orinoquía cada estación representa áreas mucho más amplias.

En cuanto al estado operativo, el porcentaje promedio de estaciones activas por departamento es de 92,2 %, siendo Bolívar el departamento que registra la menor proporción de estaciones activas, con 74,1 %. La mayor densidad de estaciones automáticas se encuentra en las grandes ciudades como Bogotá, Medellín, y Calí, y sus alrededores (Figura 7-15).

A escala municipal, 984 de los 1.103 municipios registran al menos una estación, lo que equivale al 89,2 % del total municipal. Entre estos municipios, 18 no reportan estaciones activas porque sus estaciones se encuentran en mantenimiento. Con excepción de Bogotá, D. C., que registra 256 estaciones, los municipios con mayor cantidad de estaciones son Manizales, con 84; Palmira, con 64; Cali, con 55; Fómeque, con 47; y Pereira y Buenaventura, con 44 estaciones cada uno.

La distribución por macrocuencas también muestra una concentración marcada. La macrocuenca Magdalena-Cauca reúne 4.111 estaciones (71,6 % del catálogo nacional), muy por encima de las macrocuencas del Orinoco, Caribe, Pacífico y Amazonas (Tabla 7-21). En términos de zonas hidrográficas, Cauca y Alto Magdalena tienen cada una más de 1.000 estaciones y concentran el 40,8 % del catálogo, mientras que Guainía e Inírida aparecen con solo una y tres estaciones, respectivamente.

Tabla 7-21. Distribución de estaciones por macrocuenca hidrográfica

Macrocuenca	Número de estaciones	Porcentaje del total (%)
Magdalena Cauca	4.111	71,6
Orinoco	668	11,6
Caribe	469	8,2
Pacifico	326	5,7
Amazonas	170	3,0

Fuente. Elaboración propia.

A nivel altitudinal, las estaciones se ubican entre los 0 y los 5.027 m.s.n.m., con una altitud promedio de 1.366,2 m.s.n.m (**Tabla 7-22**). Esta distribución indica una concentración importante en pisos bajos y medios del territorio. Por encima de

los 3.000 m.s.n.m. se registran solo 320 estaciones (5,5 % del total), lo que evidencia una menor cobertura de monitoreo en alta montaña, páramos y ambientes glaciares.

Tabla 7-22. Distribución de estaciones por rangos de altitud

Rango altitudinal (m.s.n.m.)	Número de estaciones	Porcentaje del total (%)
0–500	1.588	27,6
500–1.000	787	13,7
1.000–2.000	1.748	30,4
2.000–3.000	1.301	22,6
3.000–4.000	301	5,2
4.000–5.000	18	0,3
más de 5.000	1	< 0,1

Fuente. Elaboración propia.

El panorama nacional muestra que la observación sistemática cuenta con una base amplia de infraestructura, pero que su distribución es desigual.

El núcleo andino y la macrocuenca Magdalena-Cauca concentran la mayor parte de la infraestructura, mientras que Amazonia, Orinoquía y los ambientes de alta montaña presentan densidades de monitoreo mucho menores. Esta situación es relevante porque las zonas con menor densidad de estaciones pueden coincidir con territorios de alta importancia ecosistémica o alta vulnerabilidad frente al cambio climático.

7.11.2. Región Andina

La región Andina concentra la mayor densidad y diversidad de capacidades de observación sistemática del país. Esta situación se explica por la complejidad de las tres cordilleras, la alta concentración de la población, la presencia de grandes centros urbanos, la importancia económica de los valles interandinos y la vulnerabilidad de ecosistemas estratégicos frente al cambio climático (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017; Instituto Nacional de Salud, 2022). En esta región convergen estaciones hidrometeorológicas, redes de calidad del aire, sistemas de alerta temprana, monitoreo de alta montaña, observación isotópica, redes regionales de recurso hídrico, capacidades de modelación climática e hidrológica y redes privadas sectoriales.

La Red Hidrometeorológica Nacional constituye la base principal de la observación sistemática en la región. Su mayor densidad se ubica en la zona occidental del país, en relación con la distribución de centros poblados en los valles interandinos y en las laderas de las cordilleras (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017). La Red Nacional de Isotopía (RNI) cuenta con puntos en Bogotá, Duitama, Bucaramanga, Landázuri, Remedios,

Oiba, Anserma, Viterbo, Pereira, Ibagué, Villavicencio, Santiago de Cali y Pasto. De manera complementaria, autoridades ambientales como CRQ (Corporación Autónoma Regional del Quindío), CARDER (Corporación Autónoma Regional de Risaralda), Corpocaldas (Corporación Autónoma Regional de Caldas), Corpochivor (Corporación Autónoma Regional de Chivor) y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá han desarrollado redes regionales orientadas al estudio de la precipitación, la recarga de acuíferos y la relación entre aguas superficiales y subterráneas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025b; 2025m).

Uno de los componentes más distintivos de la observación sistemática en los Andes es el seguimiento de la criósfera. El monitoreo directo se concentra en puntos estratégicos de las cordilleras Central y Oriental, como el glaciar El Hongo, en el Nevado Santa Isabel; el glaciar Ritacuba Blanco, en la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán; y el glaciar Shimmer, en el Nevado del Tolima (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2023). A esto se suma la Estrategia de Monitoreo de Alta Montaña (EMA), que utiliza sensores automáticos para analizar la relación entre glaciares, páramos y bosque altoandino, así como para evaluar sus efectos sobre la oferta hídrica en las cuencas bajas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2023; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

La región también cuenta con capacidades urbanas y regionales que amplían la resolución territorial de la observación. En Bogotá, la Secretaría Distrital de Ambiente opera la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá y ha desarrollado una Red Colaborativa de Microsensores que complementa la medición oficial de material particulado en microambientes urbanos, sin reemplazar la red de referencia distrital (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022). En el Valle de Aburrá, el SIATA integra redes de calidad del aire, sensores en tierra, sensores remotos, información satelital, modelación meteorológica e hidrológica, y sistemas de alerta temprana, lo que lo convierte en uno de los principales ejemplos de observación urbana integrada en el país (Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá, 2010).

En el componente hídrico, estas capacidades regionales complementan el monitoreo nacional. En el Valle de Aburrá, la Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá-Medellín (RedRío) realiza desde 2003 seguimiento sistemático a la calidad y cantidad del agua superficial del río Aburrá-Medellín y sus principales quebradas afluentes (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2026).

En calidad del aire, autoridades ambientales como CARDER, CDMB (Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga) y Corponor (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental) aportan información para zonas urbanas e interandinas. La CARDER realiza seguimiento

a la calidad del aire en Risaralda mediante su SVCA (Corporación Autónoma Regional de Risaralda, 2020). En el nororiente andino, Corponor y la CDMB mantienen sistemas o reportes de calidad del aire para Cúcuta y el Área Metropolitana de Bucaramanga, respectivamente (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, 2026; Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2026).

La región Andina no solo concentra la mayor densidad de estaciones nacionales, sino también una red diversa de observación territorial integrada por autoridades ambientales urbanas, CARs, sistemas de alerta temprana, redes hidroclimatológicas, monitoreo de aguas superficiales, sistemas de calidad del aire, y observación de alta montaña. Esta diversidad fortalece el seguimiento de variables relacionadas con el cambio climático, pero también plantea el reto de consolidar mecanismos de interoperabilidad, trazabilidad de series, documentación de estaciones y acceso público estandarizado, de modo que la información regional pueda integrarse mejor al SIAC, al SNICC y a los sistemas nacionales de reporte climático.

7.11.3. Región Caribe

La observación sistemática en la región Caribe es fundamental por la exposición del territorio al ascenso del nivel del mar, la erosión costera, la variabilidad climática extrema, los eventos hidrometeorológicos y las presiones sobre ecosistemas marinos y costeros (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017; Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023a). En esta región, las capacidades de observación combinan estaciones continentales, redes marino-costeras, monitoreo meteomarino, vigilancia de calidad del aire, seguimiento de ecosistemas estratégicos y plataformas de información orientadas a la gestión climática y ambiental.

La región Caribe es prioritaria para el monitoreo de ecosistemas marino-costeros y de carbono azul. En este contexto, se han establecido líneas base de existencias de carbono en manglares de Córdoba, Sucre, Atlántico, La Guajira y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023b). En el caso de los pastos marinos, las estimaciones se han concentrado en La Guajira y en el área insular (República de Colombia, 2025).

El seguimiento de la calidad de las aguas marinas y costeras se realiza mediante la REDCAM, con participación de las autoridades ambientales con jurisdicción litoral: CORALINA (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina), Corpoguajira (Corporación Autónoma Regional de La Guajira), Corpamag (Corporación Autónoma Regional del Magdalena), CRA (Corporación Autónoma Regional del Atlántico), Cardique

(Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique), Carsucre (Corporación Autónoma Regional de Sucre), CVS (Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge) y Corpourabá (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá) (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023b). En el Caribe, la REDCAM permite evaluar condiciones ambientales de zonas costeras, bahías, desembocaduras y áreas de influencia continental, incluida la relación entre los aportes de ríos como el Magdalena y el comportamiento de las aguas marinas (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023b).

La observación atmosférica regional complementa estos sistemas, especialmente en territorios urbanos, industriales, portuarios y mineros. Corpoguajira opera el Sistema Especial de Vigilancia de Calidad del Aire (SEVCA), mediante el cual publica reportes y concentraciones validadas de PM10 y PM2.5 en estaciones manuales y automáticas (Corporación Autónoma Regional de La Guajira, 2026). Corpamag, por su parte, cuenta con un SVCA para el departamento del Magdalena, asociado principalmente a la zona de influencia de los puertos exportadores de carbón entre Santa Marta y Ciénaga (Corporación Autónoma Regional del Magdalena, 2026).

En el componente hidroclimático, la región Caribe cuenta con puntos de monitoreo isotópico en Barranquilla, San Andrés y Santa Marta. Estos puntos permiten analizar la influencia de las masas de humedad provenientes del mar Caribe y de los procesos de evaporación oceánica sobre la composición isotópica de la precipitación.

Al igual que en la región andina, se plantea el reto de mejorar la interoperabilidad entre redes nacionales, y autoridades ambientales regionales, de manera que los datos producidos en la región cuenten con trazabilidad, comparabilidad, continuidad y acceso público para apoyar la adaptación, la gestión del riesgo y los reportes climáticos nacionales.

7.11.4. Región del Pacífico

La observación sistemática en la región Pacífica responde a la necesidad de monitorear un territorio de alta complejidad climática, caracterizado por altos niveles de precipitación, fuerte interacción entre el océano, la atmósfera y el continente, y una elevada sensibilidad frente a eventos extremos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019a; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023a). En esta región, las condiciones ambientales están influenciadas por fenómenos de variabilidad climática de escala regional y global, como el ENOS, la ZCIT y otros procesos que modifican la precipitación, la temperatura, el nivel del mar, la circulación atmosférica y la disponibilidad de

recursos marino-costeros (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico, 2026; Dirección General Marítima, 2020).

La cobertura de observación en el Pacífico combina redes oceánicas, estaciones hidrológicas, monitoreo de aguas marinas y costeras, seguimiento de ecosistemas estratégicos, sensores remotos y capacidades regionales de autoridades ambientales. Esta integración es especialmente relevante porque los cambios en el océano y en la atmósfera pueden intensificar lluvias extremas, crecientes súbitas, inundaciones, erosión costera y afectaciones sobre comunidades, infraestructura y ecosistemas.

La REDMPOMM permite hacer seguimiento a condiciones oceánicas y atmosféricas en puntos estratégicos como Tumaco, Buenaventura y Bahía Solano (Dirección General Marítima, 2025b; Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2017, 2018). Esta infraestructura se complementa con boyas, estaciones automáticas y sistemas de transmisión en tiempo real (Dirección General Marítima, 2025b). A esta capacidad se suman la Plataforma de Vigilancia Integrada de Oscilaciones Climáticas (VIOC), los cruceros oceanográficos del programa ERFEN y la Estación Costera Fija de Tumaco (ESCOFI–Tumaco) (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico, 2026; Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2007; Dirección General Marítima, 2020).

El seguimiento de la calidad de las aguas marinas y costeras se realiza mediante la REDCAM, con participación de las autoridades ambientales con jurisdicción litoral en el Pacífico: CODECHOCÓ (Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó), CVC, CRC (Corporación Autónoma Regional del Cauca) y CORPONARIÑO (Corporación Autónoma Regional de Nariño) (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023b). Esta red permite evaluar condiciones fisicoquímicas y biológicas de las aguas marinas y costeras, así como el efecto de las descargas continentales, la variabilidad climática y las presiones humanas sobre ecosistemas sensibles (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023a).

Las autoridades ambientales regionales complementan la observación nacional mediante acciones de monitoreo de calidad del agua y seguimiento de ecosistemas. CODECHOCÓ ha reportado procesos de ampliación de su red de monitoreo hídrico, incluyendo puntos en la parte baja del río Baudó para conocer el estado de la calidad y cantidad del agua (Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó, 2023). También, ha desarrollado monitoreos en fuentes continentales y marino-costeras, incluidos ejercicios en manglares de Togoromá y La Paila, donde se registran muestras, y se hacen mediciones fisicoquímicas y parámetros ambientales (Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó, 2021, 2025). En el Pacífico sur, CORPONARIÑO ha generado insumos técnicos para el monitoreo de calidad del agua en la cuenca del río Mira, orientados a establecer líneas base y apoyar el seguimiento

de fuentes afectadas por vertimientos y actividades agropecuarias, domésticas, industriales y mineras (Corporación Autónoma Regional de Nariño, 2024).

La región Pacífica también cuenta con estaciones de monitoreo isotópico en Buenaventura, Quibdó y Bahía Solano. Estas zonas, caracterizadas por altos niveles de precipitación y una fuerte influencia de humedad proveniente del océano Pacífico, son relevantes para analizar la composición isotópica de la lluvia, el transporte de humedad y los procesos hidroclimáticos regionales.

En materia de bosques y carbono azul, el Pacífico tiene una importancia estratégica por la presencia de selvas pluviales, manglares y ecosistemas costeros con alta capacidad de almacenamiento de carbono. Su seguimiento se apoya en el SMByC, el IFN y la utilización de imágenes obtenidas por sensores remotos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). En particular, se han establecido líneas base de carbono azul en el Valle del Cauca y en zonas como Timbiquí, en Cauca (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023b).

El componente de calidad del aire en la región presenta capacidades puntuales que pueden fortalecerse. CODECHOCÓ reportó la instalación de dos estaciones en Quibdó, para medir PM2.5 y variables climatológicas como velocidad y dirección del viento, temperatura ambiente, humedad relativa y pluviometría (Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó, 2022). CORPONARIÑO reporta antecedentes de monitoreo de PM10 y PM2.5 en Pasto desde 2008, mediante un SVCA (Corporación Autónoma Regional de Nariño, 2015). Estos casos evidencian avances territoriales, pero no deben interpretarse como una red regional plenamente consolidada; más bien, muestran la necesidad de fortalecer la continuidad operativa, la homologación metodológica, los metadatos, el acceso público y la interoperabilidad con sistemas nacionales como SISAIRE.

La alta pluviosidad, la exposición a eventos extremos, la sensibilidad de manglares y estuarios, la presión minera, la conectividad entre ríos y mar, y la vulnerabilidad de comunidades afrodescendientes, indígenas y rurales hacen que la región pacífica sea prioritaria para fortalecer redes, continuidad de series, acceso a datos y articulación entre sistemas nacionales y autoridades ambientales regionales.

7.11.5. Región de la Orinoquía

La observación sistemática en la Orinoquía es fundamental para monitorear un territorio amplio, de baja densidad poblacional relativa y con ecosistemas estratégicos como sabanas, humedales, ríos de gran extensión y zonas de

transición entre los Andes y la Amazonia. Estos ecosistemas están expuestos a cambios en la temperatura, la precipitación, la disponibilidad hídrica, los incendios de vegetación, la transformación de coberturas y la expansión de actividades agropecuarias y de explotación de hidrocarburos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023a).

En comparación con regiones como la Andina y la Caribe, la información pública sobre redes territoriales de monitoreo en la Orinoquía es menos visible y se encuentra más dispersa en planes de acción, informes de gestión, reportes institucionales y sistemas nacionales como el SIRH y SISAIRE. Sin embargo, entidades como Corporinoquia (Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía) y Cormacarena (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena) generan información ambiental relevante sobre el recurso hídrico, la calidad del aire, la planificación de cuencas y el seguimiento a fuentes contaminantes. Esta información complementa la red nacional y evidencia la necesidad de fortalecer la interoperabilidad, la trazabilidad y el acceso público a los datos ambientales regionales (Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia, 2019; Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena, 2023; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025a).

El seguimiento del recurso hídrico tiene especial relevancia en la Orinoquía por la extensión de sus ríos, la marcada estacionalidad climática y la importancia del agua para los ecosistemas, la producción agropecuaria, los asentamientos humanos y el sector de hidrocarburos. La región hace parte de las cinco macrocuencas priorizadas por el PNMRH, y cuenta con estaciones automáticas y convencionales para medir niveles y caudales en ríos como el Meta, el Casanare y el Arauca (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). En aguas subterráneas, el monitoreo incluye mediciones de niveles piezométricos, variables fisicoquímicas y el uso de isótopos estables de oxígeno e hidrógeno para apoyar el análisis de procesos de recarga hídrica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

La región también cuenta con estaciones de monitoreo isotópico en puntos como Villavicencio, Puerto Carreño y La Macarena. Estas estaciones permiten analizar la influencia de la Amazonia y de los flujos de humedad provenientes del oriente del continente sobre la composición isotópica de la precipitación. Esta información es útil para estudiar el reciclaje de humedad, la circulación atmosférica regional y los procesos de recarga hídrica en ecosistemas de alta importancia ambiental.

En el componente terrestre, el seguimiento de bosques y carbono se realiza principalmente mediante el SMByC (Instituto de Hidrología, Meteorología y

Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023a). En la Orinoquía, este monitoreo es especialmente importante en el Piedemonte Llanero y en zonas de expansión de la frontera agropecuaria, donde se evalúan procesos de deforestación y transformación de coberturas (República de Colombia, 2025).

El componente de calidad del aire presenta avances puntuales, pero aún requiere mayor consolidación. Corporinoquia ha reportado monitoreos en centros poblados mayores de 100.000 habitantes y en corredores industriales. Ante la ausencia de un sistema permanente de vigilancia de calidad del aire, la entidad realizó monitoreos periódicos en 2015, 2017 y 2019, con seis estaciones en Yopal y cuatro en Arauca para medir PM2.5, PM10 y O3 (Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia, 2021). En el Meta, Cormacarena reportó monitoreos en Villavicencio para 2022, y SISAIRE registra una estación asociada a Cormacarena, instalada en 2017, activa y orientada a identificar concentraciones asociadas a fuentes industriales de la ciudad (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena, 2023).

Se resaltan iniciativas de Monitoreo Comunitario Participativo, tales como el monitoreo en la Estrella Fluvial Inírida. En este, el monitoreo de fauna y del recurso pesquero articula saberes locales con protocolos técnicos para apoyar la gestión territorial (Yepes et al., 2018). Este tipo de iniciativas complementa la observación convencional porque aporta información local sobre ecosistemas, medios de vida y cambios ambientales que no siempre son captados por las redes instrumentales.

La amplia extensión territorial, la menor densidad de estaciones, la dispersión de información pública y la limitada consolidación de redes regionales permanentes plantean retos importantes. Fortalecer la observación sistemática en esta región requiere mejorar la continuidad de las series, ampliar la cobertura en campo, integrar sensores remotos, y consolidar datos regionales en sistemas nacionales.

7.11.6. Región Amazónica

La observación sistemática en la región Amazónica es una prioridad nacional por el papel de este territorio en la estabilidad climática, el almacenamiento de carbono, la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y la conectividad ecológica. La región enfrenta presiones asociadas a la deforestación, los incendios de vegetación, la degradación de bosques, los cambios en el uso del suelo, la expansión agropecuaria y los efectos del cambio climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

En comparación con otras regiones del país, la Amazonia presenta una menor densidad de estaciones en campo. Esto se explica por su gran extensión

territorial, las dificultades de acceso, la dispersión de los asentamientos humanos y los retos logísticos para instalar y mantener infraestructura de monitoreo. Por esta razón, la observación sistemática amazónica depende de una combinación de redes nacionales, sensores remotos, plataformas regionales de información, investigación científica especializada y acciones de autoridades ambientales como Corpoamazonia (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia) y la CDA (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico). Sin embargo, la información pública sobre redes operativas, estaciones, series temporales y mecanismos de descarga suele encontrarse dispersa en informes de gestión, documentos de planificación, reportes técnicos o sistemas nacionales (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico, 2024; 2025; Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, 2023, 2024).

El monitoreo de bosques y carbono constituye uno de los componentes más consolidados de la observación sistemática en la Amazonia colombiana. Esta capacidad se apoya principalmente en el SMByC, que permite hacer seguimiento a la cobertura boscosa y a sus cambios en el tiempo (Galindo et al., 2014; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019a). De manera complementaria, se han fortalecido las capacidades para mapear las existencias de carbono en los bosques amazónicos mediante la integración de información proveniente de sensores remotos y mediciones de campo del IFN (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

El Instituto SINCHI aporta capacidades científicas que complementan la observación satelital con información de campo. Sus laboratorios, colecciones biológicas, estaciones experimentales y capacidades de investigación permiten generar información sobre biodiversidad, ecosistemas acuáticos, suelos, microorganismos, contaminación, restauración y sistemas agroforestales (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2026a; 2026b; 2026d).

En el componente hidrometeorológico, aunque la red de estaciones es menos densa que en la región Andina, existen puntos estratégicos de observación en municipios como Mitú, Florencia, Leticia y San José del Guaviare (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024). Estos registros son importantes para identificar anomalías asociadas a fenómenos de variabilidad climática, como el ENOS, que suele reducir las lluvias en el trapecio amazónico (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2024b).

La región también cuenta con estaciones de monitoreo isotópico en Leticia y en Solano (Caquetá). Estas estaciones permiten analizar la influencia de la Amazonia y de los flujos de humedad provenientes del oriente del continente sobre la composición isotópica de la precipitación.

En materia de recurso hídrico, Corpoamazonia y la CDA cumplen un papel complementario mediante acciones de planificación, monitoreo y seguimiento de la calidad del agua. Corpoamazonia ha reportado avances relacionados con el Programa Institucional Regional de Monitoreo del Agua (PIRMA), orientado a fortalecer la generación de información sobre calidad y cantidad del agua en Amazonas, Caquetá y Putumayo (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, 2023, 2024a). Por su parte, la CDA ha generado informes de objetivos e índices de calidad del agua para fuentes como los ríos Guaviare, Vaupés, Unilla y Caño Grande, y para municipios como Inírida, Barrancominas, San José del Guaviare, Calamar, Miraflores, Mitú, Carurú y Taraira (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico, 2021, 2024).

El componente de calidad del aire presenta una menor consolidación pública que los componentes de información forestal, de coberturas y de recurso hídrico. En la jurisdicción de la CDA, la corporación reporta que no cuenta con sistemas de monitoreo que generen información sobre calidad del aire (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico, 2021). Esta situación representa una brecha relevante, especialmente por la relación entre incendios de vegetación, puntos de calor, cicatrices de quema, material particulado, salud pública y variabilidad climática. En este contexto, sería importante fortalecer la articulación entre estaciones hidrometeorológicas, datos satelitales de puntos de calor, monitoreo de cicatrices de quema y sistemas nacionales (como SISAIRE), con el fin de mejorar el seguimiento de humo, quemas, incendios de vegetación y transporte de contaminantes.

La Amazonia cuenta con una cobertura de observación basada principalmente en sensores remotos, monitoreo forestal, investigación científica y acciones territoriales de autoridades ambientales. Su principal fortaleza está en el seguimiento de bosques, carbono, coberturas de la tierra, incendios y transformación territorial. Sus principales retos se relacionan con la baja densidad de estaciones en campo, la limitada consolidación del monitoreo de calidad del aire, la dispersión de información pública y la necesidad de integrar mejor datos biofísicos, sociales y comunitarios para apoyar la adaptación, la conservación y la gestión climática regional.

7.11.7. Comparación con la distribución geográfica de las capacidades nacionales de investigación.

La comparación entre la cobertura territorial de la investigación (ver secciones 0 y 7.6.5) y la cobertura de la observación sistemática muestra que Colombia cuenta con capacidades importantes, pero concentradas. La investigación climática tiene una comunidad amplia de investigadores, grupos e instituciones, pero su mayor peso se encuentra en Bogotá y algunos departamentos con mayor tradición universitaria e institucional. La observación sistemática, por su parte, cubre todos los departamentos y gran parte de los municipios, pero su

infraestructura se concentra en el núcleo andino, en la macrocuenca Magdalena-Cauca y en territorios con mayor presencia institucional.

Esta distribución tiene implicaciones directas para la acción climática. Las regiones con mayor cobertura de estaciones, plataformas, grupos de investigación y capacidades institucionales tienen mejores condiciones para producir información, detectar cambios, validar modelos, diseñar medidas de adaptación y evaluar resultados. En cambio, las regiones con menor densidad de infraestructura o menor visibilidad de capacidades científicas pueden requerir estrategias específicas de fortalecimiento, como ampliación de redes, integración de sensores remotos, consolidación de datos regionales, fortalecimiento de autoridades ambientales, apoyo a universidades regionales, monitoreo ambiental comunitario y participativo, y mecanismos de acceso público a la información.

La cobertura territorial también muestra que las prioridades no son iguales en todas las regiones. En los Andes, el reto está asociado con la alta densidad poblacional, la gestión de ciudades, la calidad del aire, los sistemas de alerta temprana y la alta montaña. En el Caribe, se destacan las necesidades de monitoreo marino-costero, carbono azul, calidad del aire en zonas industriales y erosión costera. En el Pacífico, la prioridad está asociada con la alta pluviosidad, los ecosistemas costeros, la interacción océano-atmósfera, la vulnerabilidad de comunidades y la continuidad de redes. En la Orinoquía, los retos se relacionan con la extensión territorial, la estacionalidad hídrica, las sábanas, los humedales y la dispersión de información. En la Amazonia, la prioridad está en bosques, carbono, deforestación, incendios, biodiversidad, agua y articulación entre sensores remotos, información de campo y saberes territoriales.

Por tanto, fortalecer la cobertura geográfica y territorial de la investigación y la observación no significa únicamente instalar más estaciones o aumentar el número de publicaciones. Implica conectar mejor las capacidades científicas con las necesidades de información de cada región, mejorar la interoperabilidad entre sistemas, garantizar continuidad de series, documentar los metadatos, ampliar el acceso público a los datos, articular conocimiento científico y conocimiento local, y orientar la información hacia decisiones concretas de adaptación, mitigación, gestión del riesgo y planificación territorial.

7.12. Acceso, gestión y uso de la información obtenida por la observación sistemática

La observación sistemática de variables ambientales asociadas al cambio climático no termina cuando una estación, un sensor, una boya, un muestreo de campo o una imagen satelital generan un dato. Para que esa información sea útil, debe pasar por procesos de organización, revisión, validación, almacenamiento, documentación y publicación. Solo así los datos pueden convertirse en insumos

confiables para la investigación, la gestión ambiental, la planificación territorial, la gestión del riesgo, la adaptación y la mitigación del cambio climático.

En Colombia, este proceso se apoya en un conjunto de sistemas, portales, repositorios, atlas, boletines, informes y visualizadores que permiten consultar y usar información climática, hidrológica, forestal, oceánica, atmosférica y ecosistémica. Estos canales facilitan que instituciones públicas, autoridades ambientales, investigadores, sectores productivos y ciudadanía en general accedan a información técnica para comprender mejor el estado del ambiente, identificar cambios en el tiempo y tomar decisiones basadas en evidencia (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c).

La presente sección se enfoca en el recorrido que sigue la información una vez ha sido generada por las redes, sistemas e instrumentos de observación. Para ello, se abordan los principios que orientan su apertura, calidad e interoperabilidad; las plataformas nacionales y repositorios especializados que permiten su consulta; los productos derivados, como atlas, boletines, informes, visualizadores y cartografía; y los servicios climáticos que transforman los datos técnicos en información comprensible y útil.

Este enfoque permite entender que el valor de la observación sistemática depende tanto de la capacidad de medir variables ambientales como de la posibilidad de acceder a datos confiables, comparables y oportunos. En este sentido, la gestión de la información es un componente central de la transparencia climática, porque permite que los datos observados respalden reportes nacionales, políticas públicas, análisis técnicos y decisiones territoriales frente al cambio climático.

7.12.1. Principios de datos abiertos, calidad e interoperabilidad

El acceso a la información ambiental y climática en Colombia se fundamenta en los principios de datos abiertos, calidad técnica e interoperabilidad. Estos principios buscan que la información generada por las entidades públicas pueda ser consultada, comprendida y utilizada por instituciones, investigadores, sectores productivos, comunidades y ciudadanía en general. Los datos abiertos corresponden a “información pública generada por las entidades y difundida en formatos de fácil acceso y sin ningún tipo de restricción, para que cualquier persona la pueda usar, reutilizar o distribuir, en cualquier momento y lugar” (Departamento Nacional de Planeación, 2024).

En el contexto de la observación sistemática de variables ambientales asociadas al cambio climático, la apertura de datos no consiste únicamente en publicar archivos o reportes. Para que la información sea realmente útil, debe ser confiable, estar organizada, contar con procesos de validación y presentarse en formatos que permitan su consulta, comparación e integración con otros sistemas. Esto es especialmente importante porque los datos climáticos, hidrológicos, atmosféricos, forestales, oceánicos y ecosistémicos sirven de base para investigaciones, reportes nacionales, instrumentos de planificación, alertas tempranas, análisis de riesgo y decisiones de adaptación y mitigación (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c).

La calidad del dato es un requisito central para que la información ambiental pueda ser usada con confianza. Esto implica que los datos deben pasar por procesos de captura, revisión, verificación, validación, procesamiento y documentación antes de ser utilizados en análisis técnicos o en procesos de toma de decisiones. En este sentido, la información publicada debe permitir conocer su origen, el responsable de su generación, la fecha de actualización, la periodicidad, la unidad de medida, el método utilizado y las posibles restricciones de uso. Estos elementos ayudan a que los usuarios interpreten correctamente la información y comprendan sus alcances y limitaciones (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c).

La interoperabilidad es otro principio fundamental. Significa que diferentes sistemas de información pueden compartir, integrar y procesar datos de manera conjunta. En la práctica, esto permite que la información producida por redes de monitoreo, autoridades ambientales, institutos de investigación, plataformas regionales y sistemas nacionales pueda conectarse y usarse de forma complementaria. Para lograrlo, el SNICC establece criterios orientados a que la información sea transparente, consistente, interoperable, accesible y oportuna, de modo que pueda apoyar la toma de decisiones, la investigación y la planificación de estrategias de mitigación y adaptación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c).

Los metadatos cumplen una función clave dentro de este proceso. Un metadato es la información que describe un dato: de dónde proviene, quién lo produjo, cuándo fue actualizado, qué variable mide, con qué unidad, con qué método, con qué frecuencia y bajo qué condiciones puede usarse. El uso de estándares internacionales de metadatos, como Dublin Core o DCAT-AP, facilita que los datos ambientales puedan ser encontrados, interpretados e integrados con otros sistemas de información (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c). Esto fortalece la trazabilidad de la información y reduce el riesgo de usar datos fuera de contexto.

En general, los principios de datos abiertos, calidad e interoperabilidad permiten que la observación sistemática no se limite a la generación de mediciones aisladas, sino que se convierta en información pública útil para el país. Su aplicación fortalece la transparencia climática, mejora la articulación entre sistemas como el SIAC y el SNICC, y facilita que la información ambiental respalde políticas públicas, reportes nacionales, investigaciones científicas, servicios climáticos y decisiones territoriales frente al cambio climático.

7.12.2. Plataformas nacionales de consulta y gestión de datos

Colombia cuenta con plataformas nacionales que permiten organizar, consultar, validar y usar la información generada por las redes de observación ambiental. Estas plataformas no deben entenderse como redes de monitoreo en sí mismas, sino como sistemas que reciben, ordenan, procesan y ponen a disposición datos producidos por estaciones, autoridades ambientales, institutos de investigación y otros actores. Su importancia para la observación sistemática del cambio climático radica en que permiten transformar datos dispersos en información confiable, comparable y útil.

Entre las plataformas nacionales más relevantes se encuentran el Sistema de Información para la Gestión de Datos Hidrológicos y Meteorológicos (DHIME), el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) y el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE).

El **DHIME**, administrado por el IDEAM, centraliza registros históricos y recientes generados por estaciones hidrológicas y meteorológicas automáticas y convencionales. La plataforma permite organizar, revisar, validar, consultar y descargar datos sobre variables como precipitación, temperatura, niveles y caudales, entre otras. Su aporte a la observación sistemática radica en que conserva series necesarias para analizar tendencias climáticas e hidrológicas, estudiar eventos extremos, elaborar pronósticos, generar alertas y producir información para sistemas como el SIAC y el SNICC (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Además, diferencia los datos según su estado de revisión y aprobación, lo que permite a los usuarios conocer su nivel de procesamiento y utilizarlos de manera acorde con su grado de validación (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021a; 2025k).

El **SIRH** integra información relacionada con la disponibilidad, calidad, demanda, uso y gestión del recurso hídrico. La plataforma articula datos generados por el IDEAM, las autoridades ambientales, los usuarios del agua y otros actores, y permite organizar información sobre fuentes hídricas, puntos de monitoreo, calidad del agua, aprovechamientos, instrumentos de planificación y condiciones de riesgo (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2026).

Esta integración aporta insumos para las Evaluaciones Regionales del Agua, la planificación de cuencas, la identificación de presiones sobre las fuentes y el análisis de posibles efectos del cambio climático sobre el abastecimiento, la calidad y la seguridad hídrica (Gobierno de Colombia, 2012; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2026).

El **SISAIRE**, administrado por el IDEAM, consolida la información generada por los SVCAs operados por las autoridades ambientales. Incluye mediciones de contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas que permiten analizar la concentración y dispersión de contaminantes, hacer seguimiento a las tendencias de la calidad del aire y estudiar su relación con las condiciones meteorológicas y la salud ambiental. La información consolidada también sustenta estadísticas nacionales, indicadores de seguimiento y productos como el Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022a, 2024; 2025i).

En conjunto, estas plataformas permiten pasar de registros dispersos a información organizada y utilizable. No obstante, su articulación todavía enfrenta diferencias en los formatos, metadatos, frecuencias de actualización, estados de validación y mecanismos de consulta. Fortalecer su interoperabilidad y su conexión con el SIAC y el SNICC es necesario para facilitar el uso conjunto de la información hidrometeorológica, hídrica y atmosférica en la adaptación, la gestión del riesgo, la planificación territorial, el seguimiento de medidas climáticas y la elaboración de reportes nacionales. Las características técnicas, módulos de consulta, productos, periodos disponibles, condiciones de acceso y enlaces de cada plataforma se presentan en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.12.3. Repositorios y plataformas especializadas o regionales

Además de las plataformas nacionales de consulta y gestión de datos, Colombia cuenta con repositorios y plataformas especializadas o regionales que facilitan el acceso a información ambiental producida por entidades técnicas, institutos de investigación y autoridades ambientales. Estas herramientas complementan los sistemas nacionales porque permiten consultar información con mayor nivel de especialización temática o con un enfoque territorial específico.

En el componente oceánico y marino-costero se destacan el Centro Colombiano de Datos Oceanográficos (CECOLDO), administrado por la DIMAR; y TRITON y Web ICAM, administrados por el INVEMAR. El **CECOLDO** conserva y facilita la consulta de información generada por cruceros oceanográficos, estaciones costeras, redes de medición y otros componentes de la infraestructura de observación de la DIMAR (Dirección General Marítima, 2025b). Su importancia

para la observación sistemática radica en que permite mantener disponibles series y conjuntos de datos sobre las condiciones del océano y de la atmósfera marina. Esta información es necesaria para analizar la variabilidad océano-atmosférica, hacer seguimiento a fenómenos como el ENOS, estudiar los cambios del nivel del mar y evaluar amenazas relevantes para las zonas costeras e insulares (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Dirección General Marítima, 2025b). El repositorio aplica estándares internacionales para la gestión, documentación e intercambio de datos oceanográficos, lo que favorece su calidad y comparabilidad con información de otros países (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico, 2026; Dirección General Marítima, 2020).

TRITON facilita la consulta y visualización de información producida por estaciones meteorológicas, costeras, insulares y oceanográficas administradas por el INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023b). La plataforma permite acceder a series de tiempo y descargar microdatos en formatos que facilitan su reutilización e integración con otras fuentes (Departamento Nacional de Planeación, 2024). Su articulación con herramientas como CLIMARES contribuye a conectar las observaciones marino-costeras con información sobre vulnerabilidad, impactos, adaptación y mitigación en las zonas costeras e insulares del país (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2023b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

Web ICAM permite consultar información derivada del Índice de Calidad de las Aguas Marinas y Costeras. La plataforma facilita el acceso a resultados y microdatos a escala nacional, departamental y por zonas de muestreo, y ayuda a transformar las mediciones físicas, químicas y microbiológicas realizadas por la REDCAM en información más comprensible para diferentes usuarios. Estos resultados pueden apoyar el seguimiento de bahías, litorales, estuarios, playas y ecosistemas sensibles, así como decisiones relacionadas con conservación, gestión costera, control de fuentes de contaminación y adaptación al cambio climático.

En el ámbito regional, el **Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (SIAT-AC)** integra información ambiental, cartografía, imágenes satelitales, datos abiertos, indicadores, atlas y visualizadores sobre la Amazonia (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2026e). La plataforma articula herramientas relacionadas con coberturas de la tierra, pérdida y degradación de bosque, puntos de calor, cicatrices de quema, intervención humana, paisajes productivos, restauración y acuerdos locales de conservación. De esta manera, permite analizar las transformaciones ambientales y territoriales de la región más allá de una clasificación básica entre bosque y no bosque (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2026e; Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana, 2026d).

Estos repositorios y plataformas fortalecen el acceso a información especializada y territorial, pero presentan diferencias en sus estructuras, periodos disponibles, mecanismos de actualización, metadatos, formatos de descarga y condiciones de acceso. Adicionalmente, se considera clave avanzar en su articulación con los sistemas nacionales como el SIAC, el SNICC, el SIIVRA, el SMByC y el SIMCOT. Las características técnicas, fuentes de datos, módulos, productos, enlaces, condiciones de consulta y limitaciones de cada recurso se presentan en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia.

7.12.4. Portales regionales de autoridades ambientales

El acceso a la información de observación sistemática también se apoya en portales, visualizadores, reportes técnicos y sistemas administrados por autoridades ambientales y entidades territoriales. Estos canales permiten consultar información hidroclimatológica, calidad del aire, estado de ríos, datos de estaciones, informes históricos, mapas interactivos, boletines y productos de monitoreo en tiempo real o diferido. Su importancia radica en que complementan los sistemas nacionales con información de mayor resolución territorial, especialmente en áreas urbanas, cuencas estratégicas y jurisdicciones regionales donde las autoridades ambientales operan redes propias de seguimiento.

Un ejemplo de estos canales es el portal hidroclimatológico de la CVC, que integra información sobre estado del tiempo, lluvias, informes históricos, estado de ríos, análisis técnico, mapa interactivo, consulta avanzada de estaciones y datos abiertos (https://portal-hidroclimatologico.cvc.gov.co/). Este tipo de portales no sustituye a plataformas nacionales, pero aporta información útil para análisis territoriales, seguimiento de cuencas, gestión del riesgo y planificación ambiental en escalas subnacionales (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2026).

Otros portales regionales administrados por autoridades ambientales o entidades territoriales incluyen SIATA, operado en el Valle de Aburrá (https://siata.gov.co/siata_nuevo/); el Centro de Monitoreo Hidrológico y del Clima de la CAR Cundinamarca (https://www.datos.gov.co/dataset/Red-Hidrometeorol-gica-CAR/3xd9-hgzc/about_data); el Sistema de Alerta de Bogotá (http://sab.gov.co/); y el Sistema de Alerta y Monitoreo de Antioquia (https://dagran.antioquia.gov.co/sama). Estos sistemas contribuyen a ampliar la disponibilidad de información regional, especialmente para el seguimiento de condiciones atmosféricas, hidrológicas, calidad del aire y alertas tempranas. Su integración con sistemas nacionales es importante para mejorar la comparabilidad, la trazabilidad y el uso público de la información ambiental generada en los territorios.

7.12.5. Productos derivados para consulta y toma de decisiones

Los datos generados por la observación sistemática no solo se publican como registros individuales o series de tiempo; se transforman además en productos derivados que facilitan su interpretación y uso por parte de instituciones, autoridades ambientales, investigadores, sectores productivos, comunidades y ciudadanía. Entre estos productos se encuentran atlas, boletines, informes técnicos, visualizadores y cartografía temática, los cuales permiten convertir datos primarios en información procesada, validada y orientada a la toma de decisiones (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

Los **atlas nacionales** son productos de consulta que integran información histórica y espacial sobre variables climáticas y ambientales. Su utilidad radica en que permiten conocer cómo se distribuyen estas variables en el territorio y cómo se comportan en diferentes periodos. En Colombia, los atlas nacionales constituyen una base importante para estudios técnicos, planificación sectorial, análisis de riesgos y construcción de escenarios climáticos (Departamento Nacional de Planeación, 2024). En el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia se presenta información adicional sobre algunos de los atlas nacionales más importantes.

Por su parte, los **boletines e informes periódicos** permiten comunicar el estado actual de variables ambientales, sus anomalías y sus posibles implicaciones. A diferencia de los atlas, que suelen ofrecer una lectura más histórica y espacial, los boletines tienen una función de seguimiento continuo y oportuno. Por esta razón, son insumos importantes para la gestión del riesgo, la planificación sectorial y la toma de decisiones frente a eventos climáticos, hidrometeorológicos, forestales, oceánicos o atmosféricos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024). En el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia se presenta información adicional sobre algunos de los boletines e informes periódicos más importantes.

Otro producto derivado de gran importancia es la **información cartográfica.** Esta permite representar espacialmente los cambios ambientales y facilita su análisis por regiones, departamentos, municipios, cuencas, ecosistemas o áreas de interés. En el contexto de la observación sistemática, estos productos son relevantes porque conectan los datos ambientales con el territorio y permiten observar patrones de transformación asociados al cambio climático, la planificación ambiental, la gestión del riesgo, la conservación y la mitigación. En el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia se presenta información adicional sobre algunos

de los productos cartográficos y visualizadores de información espacial ambiental más importantes en Colombia.

7.12.6. Datos restringidos, acceso condicionado y retos de integración

La gestión de la información ambiental y climática en Colombia se rige por un principio general de apertura y transparencia. Sin embargo, no toda la información generada por redes, estaciones, proyectos o entidades puede circular de manera libre e inmediata. Existen datos con acceso restringido o condicionado por razones legales, técnicas, contractuales, de propiedad intelectual, seguridad de la información o titularidad privada (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c).

Estas restricciones no eliminan la importancia de la información para la observación sistemática. Por el contrario, muestran que uno de los principales retos del país no es solo generar datos, sino definir cómo pueden ser compartidos, validados, documentados e integrados a los sistemas nacionales sin afectar derechos de autor, acuerdos contractuales, confidencialidad comercial o requisitos institucionales de calidad y seguridad.

7.12.6.1. Datos con restricciones por propiedad intelectual o titularidad privada

Una parte de la información ambiental relevante para el cambio climático es generada por entidades privadas, gremios productivos o empresas que operan redes propias de monitoreo. En estos casos, los datos pueden estar sujetos a restricciones por derechos de autor, propiedad intelectual o titularidad privada (Departamento Nacional de Planeación, 2024).

Un caso representativo es Cenicafé. Esta entidad opera una red de observación importante para el país, pero establece restricciones en el acceso a su información. Los microdatos o registros brutos de sus estaciones no se encuentran disponibles de manera gratuita debido a protecciones por derechos de autor. Sin embargo, Cenicafé sí dispone de forma abierta productos procesados, como anuarios meteorológicos y boletines agrometeorológicos. Cuando una institución gubernamental requiere acceso a datos protegidos para fines oficiales, debe realizar una solicitud formal ante la gerencia técnica o la dirección de la entidad (Departamento Nacional de Planeación, 2024).

Este tipo de situación muestra que las redes privadas y gremiales pueden aportar información valiosa para comprender la variabilidad climática, la productividad,

el recurso hídrico y la adaptación sectorial. No obstante, su integración en sistemas nacionales requiere acuerdos claros sobre uso, acceso, propiedad, calidad, metadatos y mecanismos de intercambio.

7.12.6.2. Datos con protocolos institucionales de acceso

Incluso en plataformas públicas, el acceso a la información puede estar sujeto a reglas de consulta, descarga, validación y uso. En sistemas como el DHIME, por ejemplo, la información hidrológica y meteorológica se gestiona mediante protocolos de seguridad, manuales de usuario y procedimientos de control de calidad que buscan proteger la integridad de las series y orientar su uso adecuado (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b, 2021b).

De manera similar, en el componente oceánico, la existencia de plataformas públicas y boletines de difusión no excluye que algunos conjuntos de datos especializados, series históricas consolidadas o productos técnicos requieran procedimientos institucionales específicos para su consulta o reutilización. Esto puede ocurrir cuando la información ha pasado por procesos de validación, control de calidad o integración con sistemas especializados de monitoreo (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico, 2026; Dirección General Marítima, 2020).

Estos protocolos no deben entenderse únicamente como restricciones, sino también como mecanismos para garantizar que los datos se usen correctamente. En la observación sistemática, la calidad, la trazabilidad y el contexto del dato son tan importantes como el acceso mismo, porque una serie mal interpretada o sin metadatos suficientes puede conducir a conclusiones equivocadas.

7.12.6.3. Datos sectoriales, contractuales y de proyectos licenciados

Otro reto importante se relaciona con la información generada por sectores productivos, proyectos de infraestructura, concesiones viales y actividades sujetas a licenciamiento ambiental. En muchos casos, estos actores producen datos sobre variables ambientales locales, emisiones, agua, aire, suelo, biodiversidad, ruido, vertimientos, restauración o contingencias. Sin embargo, esta información no siempre está disponible en formatos abiertos ni se integra de manera interoperable con los sistemas nacionales (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En el caso de las concesiones viales, la planeación de proyectos de cuarta generación contempló la instalación de estaciones meteorológicas para mejorar la información climática asociada a la infraestructura. Sin embargo, las mesas de trabajo para el diseño de protocolos de información nacional han señalado que estas capacidades no funcionan como una red de observación sistemática de acceso público. La información generada por concesionarios suele tener un uso operativo y privado, orientado principalmente al cumplimiento de obligaciones contractuales, mantenimiento y gestión de riesgos específicos del proyecto (Departamento Nacional de Planeación, 2024).

Además, los datos recolectados por concesiones viales en cumplimiento de planes de manejo ambiental no siempre se integran al DHIME ni al SNICC. En muchos casos, permanecen vinculados al seguimiento de licencias, reportes de análisis regional o trámites administrativos, lo que limita su uso por parte de la academia, entidades públicas o ciudadanía sin autorizaciones previas (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

Esta situación también aplica a información ambiental generada por proyectos sujetos a licenciamiento ambiental. Aunque los planes de manejo, programas de seguimiento e informes de cumplimiento pueden contener datos relevantes para la observación sistemática, su aprovechamiento depende de la disponibilidad, calidad, periodicidad, interoperabilidad y acceso público de esos registros. La ANLA ha avanzado en la generación de análisis regionales, tableros e información pública asociada al seguimiento de proyectos licenciados. Sin embargo, persiste el reto de articular estos datos con sistemas nacionales, evitando que permanezcan fragmentados en expedientes, informes de cumplimiento ambiental o reportes específicos de cada proyecto (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2020; Ministerio del Medio Ambiente & Convenio Andrés Bello, 2002).

7.13. Participación de Colombia en redes de observación sistemática internacionales

La participación de Colombia en redes internacionales de observación sistemática permite que la información ambiental y climática producida en el país se conecte con sistemas globales de monitoreo. Esta articulación es importante porque el cambio climático es un fenómeno de escala mundial y requiere datos comparables entre países, metodologías comunes y mecanismos de intercambio que permitan comprender mejor lo que ocurre en la atmósfera, los océanos, los glaciares, el ciclo del agua y los ecosistemas.

En Colombia, esta participación se apoya principalmente en las capacidades del IDEAM, la DIMAR y el INVEMAR, en articulación con el SNICC (Instituto de

Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024). Su fundamento jurídico se relaciona con la Ley 164 de 1994, mediante la cual Colombia ratificó la CMNUCC, asumiendo compromisos asociados a la investigación científica y a la observación sistemática de variables climáticas (Congreso de la República de Colombia, 1994).

7.13.1. Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM)

La **Organización Meteorológica Mundial (OMM)** constituye uno de los principales referentes internacionales para la observación meteorológica, hidrológica y climática. Colombia es miembro oficial de la OMM desde el 5 de enero de 1962, luego de la aprobación del convenio mediante la Ley 36 de 1961. En este marco, el país debe aplicar regulaciones internacionales relacionadas con la estandarización de instrumentos, métodos de observación y protocolos de intercambio de información(Organización Meteorológica Mundial, 2025a).

El IDEAM actúa como representante oficial de Colombia ante la OMM y es la entidad encargada de asegurar que la infraestructura nacional de observación se alinee con las prioridades globales de investigación y observación sistemática definidas en el marco de la CMNUCC. Esta articulación permite que los datos producidos en Colombia sean comparables con los de otros países y puedan aportar al monitoreo regional y global del clima.

Para garantizar la calidad y comparabilidad de la información, Colombia aplica manuales y guías técnicas de la OMM. En meteorología, las entidades nacionales siguen la Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos (OMM N.° 8), utilizada como referencia para la instalación y operación de estaciones y para los estándares de calibración de sensores (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022b, 2025c). En hidrología, el país toma como referencia la Guía de Prácticas Hidrológicas (OMM N.° 168), orientada a la gestión de datos hídricos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2013a).

La participación en la OMM también se expresa a través del programa de **Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM)**, cuyo propósito es facilitar el suministro de información meteorológica oportuna mediante sistemas de observación, telecomunicaciones y procesamiento de datos integrados (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b). En términos generales, este programa permite que la información recolectada por los países circule a través de redes internacionales y sea utilizada para análisis, pronósticos y alertas.

De acuerdo con los protocolos nacionales, la participación de Colombia en la VMM se organiza alrededor de tres componentes. El primero es el Sistema Mundial de Observación, mediante el cual el país aporta observaciones de superficie y altitud sobre variables como temperatura del aire, precipitación, presión atmosférica y radiación solar (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b). El segundo es el Sistema Mundial de Telecomunicaciones, que facilita el intercambio de datos en tiempo real y diferido, incluyendo información transmitida por estaciones automáticas satelitales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b). El tercero es el Sistema Mundial de Proceso de Datos y de Predicción, que permite utilizar información procesada por centros mundiales y regionales para generar análisis, pronósticos y alertas nacionales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2021b).

En el componente hidrológico, Colombia también aporta información de ríos principales al **Banco Mundial de Datos Hidrológicos (GRDC)**, lo que permite analizar tendencias climáticas y regímenes de escorrentía a escala continental (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2013a; 2013b). Adicionalmente, el país utiliza el Índice Normalizado de Precipitación (SPI), recomendado por la OMM para el monitoreo de sequías (Organización Meteorológica Mundial, 2012).

La DIMAR complementa esta articulación desde la jurisdicción marino-costera, mediante información generada por la REDMPOMM. Esta red opera estaciones automáticas alineadas con periodos de recolección definidos por la OMM, lo que contribuye al monitoreo de fenómenos como el ascenso del nivel del mar, las tormentas tropicales y las condiciones meteomarinas (Dirección General Marítima, 2025b). Además, en el marco del convenio SOLAS sobre seguridad de la vida humana en el mar, Colombia promueve la compilación y difusión de datos meteorológicos captados por buques en alta mar, siguiendo manuales de la OMM como los N.° 558 y N.° 471 (Dirección General Marítima, 2025b).

7.13.2. Sistema Mundial de Observación del Clima (GCOS)

El **Sistema Mundial de Observación del Clima** (**GCOS**, por sus siglas en inglés) busca asegurar que las observaciones necesarias para comprender el clima estén disponibles para los distintos usuarios. Este sistema es auspiciado por la OMM, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Internacional de Ciencias (ISC) (Dirección General Marítima, 2025b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

La participación de Colombia en el GCOS se articula a través de instituciones como el IDEAM, la DIMAR y el INVEMAR (Dirección General Marítima, 2025b;

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Uno de los aportes de Colombia se relaciona con la **Red Global de Isótopos en la Precipitación (GNIP)**, coordinada por la OMM y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). En Colombia, estaciones como Bogotá, Leticia y Barranquilla hacen parte de esta red (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024).

Otro aporte relevante corresponde al monitoreo de la criósfera. La operación estadística de Balance de Masa Glaciar contribuye a la **Red Terrestre Mundial de Glaciares (GTN-G)** mediante el reporte de microdatos al Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (WGMS) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025l; 2025j). Esta información permite mantener la continuidad de las series históricas colombianas bajo estándares internacionales de calidad y aportar datos sobre glaciares tropicales, ecosistemas altamente sensibles al calentamiento global. En particular, los registros de glaciares como Ritacuba Blanco y Nevado Santa Isabel son importantes para comprender la magnitud de los cambios en la alta montaña tropical (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025l; 2025j).

El componente oceánico del GCOS se articula con el **Sistema Mundial de Observación de los Océanos (GOOS)**, creado para monitorear variables físicas, químicas y biológicas del mar (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Colombia participa en la implementación del GOOS a través de mecanismos regionales como la **Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)** y el programa **IOCaribe-GOOS**. Esta articulación contribuye a que los datos oceánicos nacionales puedan integrarse con sistemas regionales y globales, fortaleciendo la interoperabilidad y el uso de la información marina para el análisis climático (Dirección General Marítima, 2025b).

7.13.3. Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográfica (IODE)

El programa de Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográfica (IODE), de la COI, promueve la organización, preservación, intercambio y uso de información oceanográfica entre países. La participación de Colombia en este programa refleja el compromiso del país de integrar su observación marina con estándares internacionales de calidad, metadatos e interoperabilidad (Dirección General Marítima, 2025b).

La DIMAR lidera esta gestión desde el CECOLDO y es reconocida como Centro Nacional de Datos Oceanográficos (NODC, por sus siglas en inglés). Desde este rol, la entidad recopila, valida y difunde datos generados en las jurisdicciones marítimas del Caribe y el Pacífico colombiano, promoviendo el cumplimiento de los estándares del programa IODE (Dirección General Marítima, 2025b). De manera complementaria, el INVEMAR participa como Unidad de Datos Asociada

(ADU, por sus siglas en inglés), aportando datos e información ambiental marina y costera del país.

Para asegurar que la información producida en Colombia sea comparable y útil a escala internacional, DIMAR aplica el Marco de Gestión de Calidad del IODE. Este marco, asociado a los Manuales y Guías de la COI N.° 67, establece criterios para la captura, validación, metadatos y catalogación de los datos oceanográficos (Dirección General Marítima, 2025b).

La participación en IODE también se relaciona con las políticas de acceso abierto a la información. En concordancia con los principios de este programa y con la Ley 1712 de 2014, DIMAR ha implementado una política de datos abiertos que permite el acceso gratuito y sin restricciones a series históricas y datos en tiempo real, cuando estos pueden ser publicados bajo las condiciones institucionales correspondientes (Departamento Nacional de Planeación, 2024). Por su parte, la política institucional de acceso abierto del INVEMAR se basa en la Ley 1712 de 2014, la Resolución 1519 de 2020 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y los lineamientos nacionales de datos abiertos, mediante la publicación de datos, cartografía, indicadores, publicaciones y servicios de información marina y costera. Esta apertura promueve el uso científico y de gestión de la información, la transparencia institucional y la protección de información reservada o sensible mediante acuerdos de uso y licenciamiento cuando aplica.

7.14. Articulación entre investigación y la observación sistemática

La investigación científica y la observación sistemática son capacidades complementarias para comprender y responder al cambio climático. La observación sistemática produce datos continuos, comparables y territorialmente distribuidos sobre la atmósfera, el agua, los glaciares, el océano, los bosques, las coberturas de la tierra, los ecosistemas y la biodiversidad. La investigación, a su vez, formula preguntas, desarrolla métodos, analiza tendencias, interpreta relaciones causales, construye modelos y evalúa posibles respuestas frente a los riesgos climáticos. Su articulación permite transformar datos primarios en conocimiento útil para la mitigación, la adaptación, la gestión del riesgo, la planificación territorial, la transparencia climática y el cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales del país (Global Climate Observing System, 2022a; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; United Nations Framework Convention on Climate Change, 2024).

Esta relación es especialmente relevante en Colombia, donde los impactos del cambio climático se expresan de manera diferenciada entre regiones, ecosistemas, sectores productivos y grupos sociales. La diversidad geográfica,

ecológica y social del país exige combinar mediciones ambientales de largo plazo con estudios que permitan interpretar sus implicaciones sobre el agua, la salud, la agricultura, la energía, los bosques, la biodiversidad, las costas, las ciudades, la infraestructura y los medios de vida. En este sentido, los datos observados y el conocimiento científico no deben entenderse como productos aislados, sino como partes de un mismo proceso orientado a mejorar la calidad, oportunidad y pertinencia de las decisiones climáticas.

7.14.1. Capacidades científicas que fortalecen la observación sistemática

Las capacidades nacionales de investigación climática no se expresan únicamente en publicaciones, investigadores o grupos de investigación. También, se manifiestan en la posibilidad de transformar datos ambientales y climáticos en conocimiento aplicable. La academia, los institutos de investigación y los centros especializados aportan metodologías, análisis estadísticos, modelos, herramientas de teledetección, campañas de campo y mediciones intensivas que complementan las redes permanentes operadas por las entidades públicas. Estas contribuciones fortalecen la interpretación de procesos climáticos, ecológicos, hidrológicos y oceanográficos complejos, y amplían la capacidad nacional para generar servicios climáticos orientados a sectores como salud, energía, gestión del recurso hídrico, planificación territorial y seguridad de las zonas costeras (Dirección General Marítima, 2025b; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019b; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c).

En el marco del PNMRH, universidades, centros de investigación y asesores especializados han contribuido al desarrollo y uso de tecnologías avanzadas, como radares, sensores remotos y plataformas satelitales, así como al estudio de comunidades hidrobiológicas y de procesos asociados con la dinámica del agua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c). En el ámbito marino-costero, los centros de investigación oceanográfica e hidrográfica de DIMAR desarrollan actividades de monitoreo e investigación sobre variables como temperatura superficial del mar, salinidad, corrientes oceánicas y anomalías del nivel del mar, mediante cruceros científicos, boyas de deriva y sensores remotos.

De manera similar, la investigación académica contribuye a interpretar la información generada por los sistemas de observación de glaciares, bosques, biodiversidad, suelos y ecosistemas estratégicos. Por ejemplo, los estudios sobre geomorfología glaciar e implicaciones paleoclimáticas, desarrollados en articulación con el IDEAM, permiten complementar la información derivada del balance de masa glaciar y comprender mejor la evolución reciente de estos ecosistemas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Asimismo, el Programa Antártico Colombiano integra a DIMAR, centros de investigación marina y universidades nacionales en expediciones científicas que

fortalecen el conocimiento sobre procesos oceánicos, atmosféricos y climáticos de relevancia global y nacional.

La articulación entre investigación y observación sistemática también opera mediante un proceso de retroalimentación. Las redes de observación aportan series de datos, mediciones de campo y productos de monitoreo que permiten formular y contrastar hipótesis científicas. A su vez, la investigación contribuye a mejorar protocolos, desarrollar indicadores, identificar vacíos de cobertura, evaluar incertidumbres, validar modelos y definir nuevas variables o sitios prioritarios de observación. Este intercambio favorece sistemas de monitoreo más robustos, comparables y útiles para responder a las necesidades de los territorios.

La articulación entre ambas capacidades permite avanzar desde la producción de datos hacia la generación de evidencia para la acción climática. Su fortalecimiento puede mejorar la calidad de los reportes nacionales, apoyar los sistemas de alerta temprana, orientar la formulación y evaluación de políticas públicas, facilitar el seguimiento de medidas de adaptación y mitigación y acercar la información climática a las entidades territoriales, los sectores productivos y las comunidades. El reto consiste en consolidar mecanismos permanentes de colaboración, interoperabilidad de datos, validación científica y uso efectivo de la información, de manera que el conocimiento generado contribuya de forma más directa a reducir riesgos y fortalecer la resiliencia del país.

7.15. Brechas, avances, oportunidades y recomendaciones

Esta sección integra los principales avances, brechas, oportunidades y recomendaciones identificados en el análisis de la investigación científica y de la observación sistemática sobre cambio climático en Colombia. La caracterización hecha en este documento permite mostrar que el país ha ampliado sus capacidades científicas, técnicas e institucionales, pero también que persisten retos para lograr que la información producida sea más pertinente para los territorios, más útil para la toma de decisiones, más interoperable y equitativa. En este sentido, las recomendaciones se orientan a fortalecer la relación entre investigación, observación sistemática, transparencia climática, adaptación, mitigación, gestión del riesgo y planificación territorial.

7.15.1. Investigación sobre cambio climático

El análisis de la investigación sobre cambio climático en Colombia para el periodo 2015-2025 evidencia una expansión significativa del campo, tanto en volumen como en diversidad temática, institucional y territorial. Se identificaron 4.057

publicaciones científicas y una tasa media anual de crecimiento cercana al 16,3%, lo que confirma una consolidación importante de la producción científica sobre el tema. Esta expansión también se expresa en la ampliación de fuentes de publicación, el crecimiento de artículos de datos, la identificación de 1.521 tesis de pregrado y posgrado, y la existencia de 4.934 investigadores y 543 grupos de investigación con evidencia de trabajo relacionado con cambio climático. En conjunto, estos resultados muestran que el país cuenta con una base científica más amplia que la observada en el análisis de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (Colciencias et al., 2016). Sin embargo, esta capacidad no se distribuye de manera homogénea entre territorios, áreas de conocimiento, instituciones y grupos sociales. Por ello, el reto principal no consiste únicamente en aumentar la producción científica, sino en fortalecer su pertinencia territorial, su capacidad de incidencia en la toma de decisiones y su contribución a una acción climática más equitativa, inclusiva y basada en evidencia.

Dentro de estas prioridades, resulta especialmente importante avanzar desde una agenda concentrada principalmente en el diagnóstico, la caracterización y la modelación hacia otra que también produzca evidencia sobre la implementación y los resultados de la acción climática. Esto implica promover evaluaciones de políticas públicas, medidas de adaptación, acciones de mitigación y soluciones basadas en la naturaleza; desarrollar estudios longitudinales que permitan observar cambios a través del tiempo; construir líneas base e indicadores de resultado e impacto; comparar alternativas de intervención; y analizar sus costos, beneficios, sostenibilidad, escalabilidad y efectos diferenciados entre territorios y grupos poblacionales. Se requiere fortalecer los mecanismos de síntesis y traducción del conocimiento, de manera que los resultados científicos puedan incorporarse oportunamente en instrumentos de planificación, presupuestos, sistemas de seguimiento, decisiones sectoriales y territoriales, y procesos de actualización y evaluación de la NDC.

El propósito no es sustituir la investigación orientada a comprender los procesos climáticos, ambientales y sociales, sino complementarla con investigación capaz de responder preguntas sobre la acción: qué medidas funcionan, cuáles no producen los resultados esperados, por qué su efectividad varía entre territorios, qué barreras limitan su implementación y cómo pueden mejorarse. Esta transición permitiría que el crecimiento de las capacidades científicas nacionales se refleje de manera más directa en una acción climática basada en evidencia, verificable y orientada a resultados.

7.15.1.1. Brechas territoriales e institucionales de las capacidades de investigación

Una primera brecha se relaciona con la necesidad de fortalecer la pertinencia territorial de la investigación climática. La concentración de investigadores y grupos en Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Atlántico indica que

una proporción sustancial de las capacidades se ubica en los principales centros académicos y administrativos del país. Aunque esta concentración puede generar masa crítica, también limita la generación de conocimiento situado en territorios altamente vulnerables, como el Pacífico, la Amazonia, la Orinoquía, el Caribe insular y departamentos con una baja cantidad de grupos e investigadores. Esta brecha es especialmente relevante porque el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático busca preparar al país frente a eventos climáticos extremos y la transformación gradual del clima, considerando impactos sobre las diferentes poblaciones, los sectores productivos y los ecosistemas (Departamento Nacional de Planeación et al., 2016). De igual manera, la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031 plantea la necesidad de que la Ciencia, Tecnología e Innovación tengan un enfoque diferencial, territorial y participativo (Ministerio de Ciencia, 2021). Por ello, la investigación climática debe avanzar hacia redes territoriales más sólidas, que articulen universidades, institutos de investigación, autoridades ambientales, entidades territoriales, comunidades, organizaciones sociales y sectores productivos.

Esta brecha territorial también debe analizarse desde una perspectiva interseccional. La concentración de capacidades científicas en pocos centros urbanos puede superponerse con desigualdades de género, pertenencia étnica, ruralidad y acceso a recursos. Aunque el documento identifica que las mujeres representan el 40,5% de los investigadores seleccionados, la información disponible no permite caracterizar suficientemente su participación en territorios rurales, periféricos, costeros, insulares o con alta diversidad étnica. Esta ausencia limita la comprensión de quiénes producen conocimiento climático en los territorios, qué actores quedan subrepresentados y qué saberes locales son incorporados en las agendas de investigación. En consecuencia, se recomienda promover estrategias de descentralización que fortalezcan la participación de mujeres, comunidades rurales, pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes, jóvenes investigadores y organizaciones territoriales en la generación de conocimiento climático. Esto implica crear incentivos para proyectos locales, alianzas entre instituciones académicas y organizaciones comunitarias, y mecanismos de reconocimiento, validación y devolución de resultados.

Una segunda brecha corresponde a la concentración y fragmentación institucional. El análisis muestra que existe un grupo reducido de instituciones con alta productividad, mientras una proporción amplia de instituciones aparece asociada a una sola publicación. Esta combinación indica que el ecosistema se ha ampliado, pero todavía presenta desigualdades importantes en continuidad, especialización y capacidad de liderazgo. Para superar esta brecha, se recomienda fortalecer redes nacionales de investigación climática con agendas compartidas, proyectos multicéntricos, financiamiento plurianual, interoperabilidad de datos y mecanismos de transferencia hacia la toma de decisiones.

7.15.1.2. Brechas temáticas y en el tipo de evidencia disponible

Aunque las ciencias naturales, ambientales, biológicas, agrícolas e hidrológicas siguen siendo el núcleo de la investigación climática en Colombia, el análisis evidencia que algunos campos estratégicos requieren mayor desarrollo. El componente marino-costero es uno de los más importantes. Si bien la búsqueda incluyó términos como aumento del nivel del mar, acidificación oceánica, temperatura oceánica, olas de calor marinas, carbono azul y adaptación basada en ecosistemas, el desarrollo de esta agenda sigue siendo limitado frente a temas como agricultura, bosques e hidrología. Esta brecha contrasta con la alta vulnerabilidad de comunidades, infraestructura, ecosistemas y actividades productivas en las zonas Caribe, Pacífica e insular. El IPCC ha señalado que las comunidades costeras e insulares están particularmente expuestas al aumento del nivel del mar, eventos extremos costeros y cambios en ecosistemas oceánicos (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022). Plataformas como CLIMARES, del INVEMAR, muestran que existe una trayectoria acumulada de investigación sobre vulnerabilidad, adaptación, mitigación y servicios de información en zonas costeras, que debería articularse de manera más visible con la agenda nacional de investigación climática (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 2021).

Adicionalmente, se observan brechas en humanidades, cultura, justicia climática, movilidad, economía del cuidado y conocimientos locales, y la relación entre salud y clima. Frente a esta última, la investigación en salud, enfermedades y bienestar humano presenta menor representación relativa frente a su importancia para la adaptación y la gestión del riesgo. A su vez, aunque las ciencias sociales muestran una presencia creciente, las humanidades y los enfoques culturales continúan siendo incipientes. Fortalecer estas áreas es fundamental para comprender cómo el cambio climático afecta de manera diferenciada los medios de vida, la salud, la movilidad, la seguridad alimentaria, el trabajo de cuidado, la gobernanza territorial y las capacidades de respuesta de distintos grupos sociales. La evidencia del IPCC AR6 WGII y de la OMS/OPS muestra que los impactos climáticos no son solo biofísicos, sino también sociales, sanitarios, económicos y culturales (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023; Organización Mundial de la Salud, 2023).

Esta brecha temática podría también tener implicaciones de género. Para descifrar ello, sería importante generar información desagregada que permita analizar si hombres y mujeres participan de manera diferenciada en áreas con distinta capacidad de incidencia en la toma de decisiones. En particular, se podría ser necesario promover la participación de mujeres en áreas estratégicas como transición energética, mitigación, modelación climática, desarrollo tecnológico, análisis de datos, inventarios de GEI y evaluación de políticas.

Igualmente, se deberían fortalecer enfoques interdisciplinarios que articulen las ciencias naturales con las ciencias sociales, de manera que la investigación climática refleje con mayor precisión las dimensiones humanas, territoriales y diferenciales del cambio climático.

Otra brecha se relaciona con el tipo de evidencia disponible. La revisión sistemática de los resúmenes de las publicaciones identificó que la literatura científica sobre cambio climático asociada con Colombia se concentra en diagnóstico, caracterización, modelación, proyección y cuantificación de impactos, riesgos, emisiones y cambios ambientales. En contraste, es menos frecuente encontrar evidencia sistemática sobre la efectividad de intervenciones implementadas, la reducción verificable de vulnerabilidad, la evaluación longitudinal de políticas climáticas o la traducción de resultados científicos en decisiones públicas y privadas. Por ello, se recomienda promover investigaciones de evaluación de políticas y medidas, estudios de implementación, diseños antes-después, seguimiento de resultados e indicadores de impacto, y síntesis de evidencia para apoyar decisiones de adaptación, mitigación, gestión del riesgo y transición justa.

Esta orientación hacia la evaluación es especialmente relevante para incorporar el enfoque de género en la política climática. La investigación debe avanzar hacia la identificación de impactos diferenciados, la medición de resultados y la evaluación de medidas de adaptación y mitigación que consideren las desigualdades en acceso a recursos, movilidad, seguridad, uso del tiempo, participación productiva, cargas de cuidado y capacidad de respuesta. La integración de evidencia en instrumentos como las NDC, el Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia, los planes integrales de gestión del cambio climático y los procesos de planificación territorial constituye un elemento clave para garantizar que el conocimiento generado contribuya efectivamente a reducir desigualdades y fortalecer la acción climática. En este sentido, la investigación no debe limitarse a describir vulnerabilidades, sino aportar herramientas para evaluar si las intervenciones climáticas producen beneficios verificables y distribuidos de manera equitativa.

7.15.1.3. Género, interseccionalidad y liderazgo científico

Aunque las mujeres representan 40,5% de los investigadores seleccionados, su participación puede no traducirse de manera equivalente en términos de liderazgo, acceso a recursos o influencia en las agendas científicas y de política pública. La participación femenina disminuye en las categorías superiores de reconocimiento de MinCiencias, con 30,8% en categorías sénior y 19,6% en el nivel emérito. Este comportamiento sugiere la persistencia de barreras estructurales asociadas a la progresión profesional, el acceso a redes, el reconocimiento académico y la dirección de proyectos. En consecuencia, el análisis de género debe avanzar desde la medición descriptiva hacia la comprensión de las

condiciones que configuran las trayectorias científicas y los espacios de toma de decisión.

Para enfrentar esta brecha, se recomienda fortalecer los sistemas de información existentes, como CvLAC, GrupLAC y el SNICC, mediante la incorporación sistemática de variables de género y la construcción de indicadores que permitan monitorear participación, liderazgo, autoría principal, autoría de correspondencia, dirección de grupos, coordinación de proyectos, acceso a financiación, participación en redes y producción de conocimiento situado. Estos indicadores deberían incluir, cuando sea pertinente y bajo criterios éticos de protección de datos, variables como sexo, edad, pertenencia étnica, ruralidad, territorio, tipo de institución, área de conocimiento y rol dentro de los proyectos. De manera complementaria, se recomienda implementar programas de mentoría, promoción y acompañamiento para fortalecer el liderazgo femenino en la investigación climática, así como revisar criterios de evaluación que reconozcan trayectorias diversas, ciclos de cuidado y el valor del trabajo interdisciplinario, territorial y participativo.

7.15.1.4. Financiamiento, colaboración y liderazgo en redes de investigación

El análisis identifica una combinación de financiadores nacionales, universidades, cooperación internacional, agencias extranjeras, recursos sectoriales y Sistema General de Regalías. Sin embargo, la información de financiación aparece reportada solo en una parte de las publicaciones y no permite analizar de manera suficiente las inequidades en el acceso a recursos. Desde una perspectiva de género, este vacío limita la comprensión de uno de los factores más determinantes en la consolidación de trayectorias científicas, la capacidad de liderazgo y la visibilidad científica. El acceso al financiamiento está estrechamente vinculado con la posibilidad de dirigir proyectos, participar en redes internacionales, formar equipos, publicar resultados y orientar agendas de investigación.

Para fortalecer la trazabilidad entre inversión, producción científica e incidencia, se recomienda cruzar las bases bibliométricas con el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de financiamiento climático. Este sistema permite conocer qué recursos se invierten en Colombia para acciones de mitigación y adaptación, con fuentes públicas, privadas, nacionales, internacionales y del sector financiero (Departamento Nacional de Planeación & Banco Interamericano de Desarrollo, 2025). Esta integración ayudaría a identificar qué temas, territorios y capacidades reciben financiación, dónde persisten vacíos y qué inversiones generan productos de conocimiento útiles para la acción climática. Adicionalmente, se recomienda incorporar criterios de equidad de género en las convocatorias de financiamiento, promover líneas específicas para proyectos liderados por mujeres o con enfoque de género e interseccional, y

construir indicadores que permitan analizar la distribución de recursos por área temática, territorio, tipo de institución y liderazgo científico.

Otra brecha es la necesidad de diferenciar participación de liderazgo científico. La colaboración internacional sigue siendo una característica importante de la investigación climática sobre Colombia. Entre las publicaciones con participación institucional colombiana, 41,2% incluye colaboración internacional. Esta internacionalización puede mejorar visibilidad, acceso a redes, capacidades técnicas y financiación, pero no permite saber por sí sola si Colombia lidera las agendas de investigación. Para interpretar mejor esta dimensión, se recomienda complementar el análisis con indicadores de primera autoría75, autoría de correspondencia, afiliación del autor líder, liderazgo de proyectos, fuente principal de financiación y conteo fraccionado de instituciones y países. Estos indicadores permitirían diferenciar participación, coordinación y liderazgo efectivo dentro de las redes científicas.

7.15.1.5. Ciencia abierta, circulación del conocimiento y articulación con la transparencia climática

Una primera brecha se relaciona con la circulación, uso e incidencia del conocimiento. La producción científica se distribuye en 1.493 fuentes, y una proporción alta de ellas publica apenas uno o dos documentos. Esta dispersión evidencia que el cambio climático se ha convertido en un campo transversal investigado por diversas comunidades académicas. Aunque esta amplitud aumenta la visibilidad en múltiples espacios, también puede dificultar la consolidación de un núcleo nacional de referencia para la toma de decisiones. Adicionalmente, cerca de 30% de las publicaciones no registra citas, lo que sugiere la necesidad de complementar los indicadores de volumen con métricas de impacto académico, uso social e incidencia pública. En línea con los principios de evaluación responsable de la investigación, estos indicadores bibliométricos deben ser usados con cautela y complementados con análisis cualitativos y contextuales (Hicks et al., 2015).

Una oportunidad central es el crecimiento de los artículos de datos, que presentan la tasa media anual de crecimiento más alta dentro de los tipos documentales analizados. Este resultado puede fortalecer la observación sistemática, la interoperabilidad, la transparencia científica y la reutilización de información. Sin embargo, para que esta oportunidad se traduzca en capacidades efectivas, es necesario avanzar en estándares de metadatos, repositorios interoperables, identificadores persistentes, documentación de código, protocolos de calidad y publicación de flujos de trabajo reproducibles. La Recomendación de Ciencia Abierta de la UNESCO plantea que la ciencia abierta debe reducir brechas tecnológicas y de conocimiento, e invertir en infraestructura, formación y capacidades (UNESCO, 2021). De manera complementaria, los principios FAIR proponen que los datos y los recursos

digitales sean localizables, accesibles, interoperables y reutilizables, incluyendo datos, algoritmos, herramientas y flujos de trabajo (Wilkinson et al., 2016).

Otra oportunidad estratégica es articular la investigación científica con los sistemas oficiales de información y transparencia climática. El SNICC fue reglamentado como sistema oficial de coordinación y articulación institucional, sectorial y territorial para la gestión, divulgación y uso de datos e información climática (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). A su vez, el Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París exige reportes bienales que incluyan inventarios nacionales, avance frente a la NDC, políticas y medidas, impactos, adaptación, financiamiento, tecnología, creación de capacidades y necesidades de mejora (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024). En Colombia, el MRV de mitigación y el MRV de financiamiento climático ya ofrecen instrumentos para recolectar, compilar y reportar información sobre emisiones, acciones, apoyo y recursos destinados a mitigación y adaptación (Departamento Nacional de Planeación & Banco Interamericano de Desarrollo, 2025; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). Por tanto, la agenda de investigación podría alinearse con las necesidades de información del SNICC, los BTR, la NDC, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y los planes territoriales y sectoriales de cambio climático.

Esta articulación debe incorporar de manera explícita el enfoque de género y los datos diferenciales. Como se discutió en la sección 7.8.2, el Seminario “Somos Clima: Género y Acción Climática” mostró que la transparencia climática puede fortalecerse cuando los datos sobre emisiones, adaptación, movilidad, sistemas productivos, cuidado, seguridad y participación territorial se analizan desde una perspectiva social e interseccional. En esta línea, el desarrollo del Sistema de Información de Impactos Diferenciales del Cambio Climático representa una oportunidad para mejorar la articulación entre sistemas de información ambiental y social, producir datos desagregados y generar evidencia útil para el diseño, implementación y evaluación de medidas de adaptación y mitigación con enfoque de equidad. Esto permitiría que la investigación climática aporte no solo al reporte de avances, sino también a comprender cómo se distribuyen los beneficios, costos y riesgos de la acción climática entre distintos grupos sociales y territorios.

7.15.1.6. Formación de capacidades, conocimiento territorial y seguimiento nacional

La formación de capacidades constituye otro avance relevante. Las 1.521 tesis identificadas muestran que existe una masa importante de trabajos de pregrado, maestría y doctorado sobre cambio climático. Este acervo puede convertirse en un insumo estratégico para la política pública si se organiza, sintetiza y conecta con bancos de problemas territoriales. Se recomienda crear mecanismos para

transformar tesis en productos útiles para entidades públicas, autoridades ambientales, comunidades y sectores productivos, mediante repositorios curados, fichas de evidencia, convocatorias de síntesis, pasantías, semilleros territoriales y publicación de datos derivados. Esta recomendación es coherente con la Misión de Sabios, que plantea la necesidad de herramientas territoriales, productivas e institucionales para aplicar la ciencia, la tecnología y la innovación a los desafíos del país (Gobierno de Colombia, 2019). Se recomendaría promover semilleros y programas de formación que vinculen a mujeres, jóvenes investigadores y actores territoriales en áreas estratégicas de la agenda climática, incluyendo modelación, transición energética, relación salud-clima, gestión del riesgo, sistemas marino-costeros, datos abiertos, evaluación de políticas y metodologías participativas.

De manera complementaria, se recomienda fortalecer la co-producción de conocimiento y el reconocimiento de saberes locales. Los datos de investigación presentan una limitada visibilización de actores territoriales y saberes comunitarios, particularmente aquellos vinculados a mujeres y comunidades que enfrentan de manera directa los impactos del cambio climático. Esta situación restringe la posibilidad de construir respuestas más pertinentes y contextualizadas. Por ello, resulta fundamental avanzar hacia modelos de investigación que integren metodologías participativas, diálogo de saberes, monitoreo ambiental participativo y comunitario, investigación-acción, devolución de resultados y mecanismos de validación social del conocimiento. La articulación entre conocimiento científico y conocimiento local no solo amplía la base de evidencia disponible, sino que contribuye a fortalecer la legitimidad social de la acción climática y a mejorar su implementación en los territorios.

Finalmente, se recomienda fortalecer el seguimiento cienciométrico nacional mediante un sistema periódico, reproducible y abierto de monitoreo de la investigación climática. Este sistema debería integrar publicaciones indexadas, tesis, literatura gris, datos, proyectos, financiadores, investigadores, grupos, instituciones, territorios, liderazgo científico, género, áreas temáticas, redes de colaboración, productos de apropiación social e incidencia en política pública. También, debería permitir construir una serie armonizada 2010-2025, comparable con futuros ciclos de Comunicaciones Nacionales y Reportes Bienales de Transparencia. De esta manera, la cienciometría no sería únicamente un ejercicio descriptivo, sino una herramienta de gestión del conocimiento para orientar inversión, fortalecer capacidades, cerrar brechas y conectar la investigación científica con la acción climática nacional y territorial.

En síntesis, Colombia ha avanzado de manera significativa en la consolidación de una comunidad científica dedicada al cambio climático. El crecimiento de publicaciones, tesis, investigadores, grupos, fuentes y áreas de conocimiento muestra un campo más amplio y maduro. Sin embargo, persisten brechas territoriales, institucionales, temáticas, de género, liderazgo, impacto, financiación, reconocimiento de saberes locales y articulación con la política

pública. Superar estas brechas requiere pasar de una agenda centrada en medir producción científica a una agenda orientada a fortalecer capacidades, generar datos abiertos y útiles, responder a vulnerabilidades territoriales, apoyar la transparencia climática y producir conocimiento con incidencia efectiva en adaptación, mitigación, pérdidas y daños, resiliencia y transición justa. En este proceso, el enfoque de género no debe entenderse como un componente adicional, sino como un criterio transversal para construir un sistema de conocimiento climático más inclusivo, pertinente y capaz de responder a los desafíos ambientales, sociales y territoriales del país.

7.15.2. Observación sistemática

La observación sistemática de variables ambientales relacionadas con el cambio climático en Colombia ha avanzado de manera importante en las últimas décadas. El país cuenta con redes hidrometeorológicas, sistemas de calidad del aire, monitoreo de bosques y carbono, observación marino-costera, seguimiento de glaciares, plataformas satelitales, sistemas regionales de información y productos derivados como atlas, boletines, informes y cartografía temática. Estos avances han permitido fortalecer la generación de información para la gestión del riesgo, la planificación ambiental, la adaptación, la mitigación y los reportes nacionales de cambio climático.

Sin embargo, el sistema nacional de observación aún enfrenta brechas territoriales, ecosistémicas, tecnológicas, operativas e institucionales. Estas brechas no solo se relacionan con la cantidad de estaciones o sensores disponibles, sino también con la continuidad de las series, la calidad de los datos, la interoperabilidad entre plataformas, el acceso público, la integración de redes regionales y privadas, y la capacidad de transformar los datos en información útil para la toma de decisiones. En este sentido, fortalecer la observación sistemática implica mejorar tanto la infraestructura de medición como los procesos de gestión, validación, publicación e integración de la información.

7.15.2.1. Avances principales

Colombia ha consolidado una base institucional y técnica amplia para la observación sistemática. El IDEAM, la DIMAR, el INVEMAR, el SINCHI, las autoridades ambientales regionales y urbanas, entidades sectoriales, centros de investigación y algunas redes privadas aportan información sobre distintos componentes del sistema climático y ambiental. Esta diversidad de actores ha permitido ampliar la cobertura temática de la observación y generar datos sobre atmósfera, agua, océanos, costas, bosques, coberturas de la tierra, glaciares, biodiversidad, calidad del aire y ecosistemas estratégicos.

Uno de los avances más robustos se encuentra en el monitoreo de bosques y carbono. El SMByC y el IFN han permitido fortalecer el seguimiento de la superficie de bosque natural, la deforestación, las reservas de carbono y las alertas tempranas por pérdida de cobertura boscosa. Aunque la presencia de nubes y sombras sigue siendo un reto para la interpretación de imágenes satelitales, el porcentaje de áreas sin respuesta ha disminuido a menos del 2 % en años recientes, lo que evidencia avances en procesamiento, validación y uso de información satelital (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019a; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

También, se destacan los avances del SIMCOT, que permite ampliar el alcance de la observación más allá del bosque natural. La información de coberturas facilita el seguimiento de áreas naturales, seminaturales, agropecuarias, artificializadas, húmedas y cuerpos de agua, así como los cambios asociados a pérdida de coberturas naturales, expansión agropecuaria, recuperación, transformación de humedales y artificialización del territorio. Esto fortalece la capacidad del país para analizar la relación entre cambio climático, transformación territorial, vulnerabilidad ecosistémica, mitigación y adaptación (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025e; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019; United Nations Environment Programme, 2022).

También se destacan los avances del SINGEI, el cual ha consolidado avances fundamentales al integrar de manera estructurada la contabilidad de los gases de efecto invernadero (GEI) con el seguimiento de los contaminantes criterio, carbono negro y otros compuestos asociados a la calidad del aire. A través de su modernización y el desarrollo de plataformas tecnológicas automatizadas bajo rigurosos estándares estadísticos, el sistema ha permitido ampliar la cobertura temporal y espacial de las fuentes emisoras a escala nacional y temporal, relacionando gases precursores, contaminantes climáticos de vida corta, gases de efecto invernadero y sustancias que afectan la salud. Esta articulación integral no solo optimiza la estimación de emisiones y absorciones para dar cumplimiento a los compromisos internacionales de transparencia y mitigación, sino que también proporciona a los tomadores de decisiones información técnica unificada para abordar de forma conjunta los desafíos de la salud pública, la contaminación atmosférica y la variabilidad climática en el territorio.

En el componente marino-costero, el país cuenta con capacidades importantes de observación meteomarina, oceanográfica y de calidad de aguas marinas y costeras. Redes y plataformas como REDMPOMM, REDCAM, VIOC, CECOLDO, TRITON y los cruceros ERFEN aportan información relevante para el seguimiento del nivel del mar, el oleaje, la temperatura superficial del mar, las condiciones océano-atmosféricas, la calidad de las aguas y fenómenos como el ENOS. Estas capacidades son fundamentales para comprender la exposición de las zonas costeras e insulares al ascenso del nivel del mar, la erosión costera, los eventos extremos y los cambios en ecosistemas marinos y costeros.

El país también ha avanzado en la automatización de los SVCA. Al comparar 2024 con 2023, se observa una mayor participación de estaciones automáticas y una reducción relativa de estaciones manuales, lo que mejora la frecuencia de los datos y la capacidad de respuesta ante episodios de contaminación atmosférica.

Además, se han consolidado plataformas y productos que facilitan el acceso y uso de la información. Sistemas como DHIME, SIRH, SISAIRE, SIAT-AC, CECOLDO y portales regionales permiten consultar, organizar y publicar datos ambientales. A su vez, productos como los atlas, boletines, informes, mapas, tableros y visualizadores ayudan a transformar datos técnicos en información comprensible para instituciones, investigadores, sectores productivos, comunidades y ciudadanía.

7.15.2.2. Brechas territoriales y ecosistémicas

Una de las principales brechas de la observación sistemática en Colombia es la distribución desigual de las capacidades de monitoreo. La red de estaciones es insuficiente en áreas hidrográficas del Orinoco, Amazonas y Pacífico, especialmente para medir temperatura y caudales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2023). Esta situación limita la capacidad de representar adecuadamente territorios extensos, con alta importancia climática y ecosistémica, pero con menor densidad de infraestructura en campo.

En la calidad del aire, la cobertura espacial también presenta retos importantes. El monitoreo se concentra principalmente en las regiones Andina y Caribe, mientras que la Amazonia, Orinoquía, Pacífico e Insular presentan una cobertura mucho menor. Se han identificado alrededor de 88 municipios que requieren implementar un SVCA y alrededor de 37 municipios que requieren mejorar el sistema existente. Esto implica ampliar la capacidad de los SVCA mediante más estaciones, nuevas variables o monitoreo fijo y permanente.

Por su parte, el SINGEI tiene el desagio de continuar mejorando la desagregación geográfica y temporal de los datos de actividad, así como la reducción de la incertidumbre en los factores de emisión específicos para ciertos sectores productivos y regiones del país. Aunque el sistema ha evolucionado de manera notable en su integración con la calidad del aire y los compromisos de transparencia, persisten desafíos para consolidar información a escala subnacional con mayor precisión y robustez metodológica, lo cual requiere fortalecer de forma continua los arreglos institucionales y la articulación interinstitucional para la captura oportuna de datos primarios.

Adicionalmente, persisten vacíos de información sobre ecosistemas estratégicos y depósitos de carbono. El país requiere fortalecer la información nacional sobre

carbono en páramos, carbono azul en manglares y pastos marinos fuera de bosques, y arbolado urbano (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; República de Colombia, 2025). Estos ecosistemas cumplen funciones importantes para la regulación climática, la adaptación, la protección costera, la biodiversidad y la calidad de vida urbana.

En el componente marino-costero, se identifican zonas costeras sin estaciones operativas, sectores insulares con monitoreo insuficiente y segmentos oceánicos sin boyas activas. Estas brechas limitan la continuidad espacial del monitoreo meteomarino y reducen la capacidad para representar la variabilidad climática en áreas estratégicas del Caribe, el Pacífico y la zona insular. La brecha es especialmente sensible en territorios donde el seguimiento del nivel del mar, oleaje, temperatura superficial del mar y variables meteorológicas marinas es clave para evaluar riesgos sobre la infraestructura, la biodiversidad marina y las comunidades costeras.

Además, se requiere fortalecer la observación en territorios de transición y ecosistemas sometidos a presiones acumuladas. Entre ellos se encuentran humedales costeros, ciénagas, manglares urbanos, cuencas altamente intervenidas, zonas de transición andino-amazónica, piedemonte llanero y corredores urbano-industriales. En estos territorios interactúan variabilidad climática, contaminación, pérdida de cobertura vegetal, cambios en calidad del agua, eventos extremos y exposición de comunidades vulnerables.

En el monitoreo de biodiversidad, persisten vacíos de información en la Amazonia, la Orinoquía y las áreas de alta montaña, que limitan las evaluaciones biogeográficas homogéneas de la vulnerabilidad de especies y ecosistemas frente al cambio climático. Falta interoperabilidad para comparar de manera continua datos biológicos y climáticos entre escalas locales, regionales y continentales. A ello, se suma la escasez de series temporales largas y continuas para analizar con precisión cambios en los ciclos de reproducción, floración y migración de las especies silvestres. Superar estas limitaciones requiere integrar variables biológicas con información atmosférica, hidrológica, criosférica y oceánica mediante mediciones comparables y sostenidas en el tiempo.

7.15.2.3. Brechas tecnológicas y operativas

Las brechas tecnológicas y operativas se relacionan con la capacidad de mantener las redes funcionando de manera continua, confiable y comparable. En el monitoreo satelital, por ejemplo, la nubosidad y las sombras siguen afectando la interpretación de algunas áreas, aunque los avances recientes han reducido el porcentaje de no respuesta en el monitoreo de bosques (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2019a; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En el caso de SIMCOT, los avances en mapas ráster de 10 metros de resolución, apoyados en imágenes Sentinel-1, Sentinel-2, inteligencia artificial y computación en la nube, representan una oportunidad importante. Sin embargo, su consolidación operativa exige asegurar validación continua, trazabilidad, metadatos, actualización bienal, capacidad computacional y articulación entre productos vectoriales a escala 1:100.000 y productos ráster a escala aproximada 1:50.000. La utilidad climática de estos productos depende de su resolución espacial, pero también de su comparabilidad temporal, control de calidad, interoperabilidad y sostenibilidad técnica (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025e).

En el componente marino, la operación de estaciones enfrenta retos asociados a corrosión, vandalismo, infraestructura inestable y dificultades de acceso a sitios remotos o de mantenimiento complejo. Estas condiciones afectan la permanencia de estaciones, la continuidad de la transmisión y la disponibilidad de datos validados, especialmente en zonas insulares y oceánicas. Igualmente, la identificación de estaciones inactivas mediante reportes de mantenimiento y banderas de calidad constituye una fortaleza de trazabilidad, pero también evidencia la necesidad de fortalecer el mantenimiento preventivo y correctivo.

La diversidad de plataformas, protocolos y entornos tecnológicos también genera desafíos de integración. El valor del monitoreo depende de articular observación en campo, transmisión satelital, repositorios de datos, modelación y sistemas nacionales de información. En el componente marino, esta articulación es especialmente importante entre REDMPOMM, ESCOFI, cruceros ERFEN, VIOC y los sistemas de oceanografía operativa del CCCP.

La expansión de sensores de bajo costo, microsensores, redes colaborativas y sistemas comunitarios ofrece nuevas oportunidades para aumentar la resolución espacial de la observación, especialmente en microambientes urbanos, cuencas locales, humedales y ecosistemas costeros. Sin embargo, estas tecnologías requieren protocolos claros de calibración, mantenimiento, control de calidad, documentación de metadatos, trazabilidad y comparación con estaciones de referencia. Por tanto, deben entenderse como herramientas complementarias, no como sustitutos de las redes oficiales.

La sostenibilidad operativa de las redes regionales y urbanas también es un reto. No basta con instalar equipos; se requiere operación continua, reposición tecnológica, mantenimiento preventivo, conectividad, personal técnico, acreditación, validación y publicación oportuna de datos. Esta brecha es especialmente relevante para los SVCA, las redes hidroclimatológicas regionales y los sistemas de alerta temprana, donde la pérdida de continuidad limita el análisis de tendencias climáticas, la evaluación de eventos extremos y la utilidad de la información para decisiones territoriales.

En la calidad del aire, además de ampliar la automatización de estaciones, es necesario mejorar la representatividad temporal de los datos. Alrededor del 25 % de las estaciones no cumple con este criterio, lo cual afecta la calidad del análisis, la interpretación de tendencias y el respaldo técnico de las decisiones en materia de contaminación atmosférica.

7.15.2.4. Brechas institucionales, de acceso e interoperabilidad

El principal desafío institucional no consiste únicamente en generar más datos, sino en lograr que la información ambiental y climática producida por distintos actores pueda integrarse de forma confiable. Para ello, se requieren acuerdos institucionales, estándares de calidad, metadatos completos, formatos interoperables, claridad sobre responsabilidades de publicación y mecanismos para definir qué información puede ser abierta, cuál requiere autorización y cuál debe mantenerse bajo reserva.

En el marco del SNICC, persisten vacíos de información provenientes de sectores productivos que realizan monitoreo propio. Algunas empresas consideran sus datos de emisiones o variables ambientales locales como activos estratégicos o confidenciales, lo que dificulta su incorporación sistemática a las bases nacionales y genera fragmentación del conocimiento ambiental y climático (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; República de Colombia, 2025).

Una expresión específica de esta brecha se observa en el sector de acueducto y alcantarillado. Las empresas prestadoras generan información continua sobre fuentes abastecedoras, agua cruda, calidad del agua tratada, consumo, pérdidas, continuidad del servicio, vertimientos y tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, estos datos no siempre se integran de manera interoperable con los sistemas ambientales nacionales. Fortalecer la conexión entre reportes empresariales, SIRH, DHIME, SNICC y sistemas regionales permitiría mejorar la trazabilidad de la información hídrica, anticipar riesgos de desabastecimiento, evaluar vulnerabilidades territoriales y orientar inversiones en infraestructura resiliente.

También, existen limitaciones en la integración de datos generados por concesiones viales, sistemas operativos y proyectos licenciados. Los datos recolectados por concesiones viales no siempre se integran al DHIME o al SNICC, lo que restringe su uso para la investigación climática y los análisis comparables a escala nacional (Departamento Nacional de Planeación, 2024; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al., 2024). De manera similar, los proyectos sujetos a licenciamiento ambiental producen información sobre caudales,

calidad del agua, emisiones, calidad del aire, coberturas, fauna, flora, suelos, contingencias y medidas de manejo, pero estos registros no siempre se integran a los sistemas nacionales de información ambiental y climática.

La ANLA cuenta con funciones de seguimiento ambiental, análisis regional, monitoreo de proyectos y tableros de visualización sobre variables ambientales asociadas a proyectos, obras o actividades bajo licenciamiento. Esta información representa una oportunidad para fortalecer la base nacional de observación si se definen criterios comunes de calidad, periodicidad, metadatos, acceso público, transferencia de datos y articulación con SIAC, SNICC, DHIME, SIRH y SISAIRE (Agencia Nacional de Licencias Ambientales, 2021; Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2020; Ministerio del Medio Ambiente & Convenio Andrés Bello, 2002).

La interoperabilidad de productos cartográficos también debe fortalecerse. Aunque SIMCOT genera información nacional sobre coberturas de la tierra, mapas de cambio y productos accesibles mediante geoportales y tableros, su uso para la acción climática requiere mayor articulación con SIAC, SNICC, SMByC, SIIVRA y otros instrumentos de planificación y reporte ambiental. Esto implica asegurar metadatos, trazabilidad de versiones, criterios comunes de calidad y canales de transferencia hacia usuarios nacionales, regionales y sectoriales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025c; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019).

En la Amazonia, la información producida y gestionada por el SINCHI puede fortalecer la conexión entre las plataformas regionales y los sistemas nacionales, como el SIAC, el SNICC, el SMByC, el SIMCOT, el SIIVRA y el SIRH. Para facilitar esta integración, es necesario acordar y documentar elementos comunes, como los metadatos, la frecuencia de actualización, las escalas cartográficas, los límites territoriales, las metodologías utilizadas, los procesos de validación, las condiciones de acceso y los mecanismos para compartir la información (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2026e; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2026a; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c). Esta articulación es importante porque muchos productos generados en la Amazonia aportan información clave para comprender el cambio climático, aunque no siempre fueron diseñados para integrarse directamente con sistemas nacionales.

Adicionalmente, persiste una fragmentación de portales y reportes regionales. Varias autoridades ambientales regionales y urbanas publican datos, boletines, reportes o visualizadores, pero la información no siempre se organiza con estándares comunes sobre metadatos, periodos de operación, estado de estaciones, variables monitoreadas, frecuencia de medición, protocolos de validación y mecanismos de descarga. Esto limita la integración fluida de datos regionales en análisis nacionales de cambio climático.

Finalmente, en materia de calidad del aire, se identifican oportunidades de mejora relacionadas con la competencia técnica de las autoridades ambientales en la operación de los SVCA. Para aquellas autoridades cuyos laboratorios aún no cuentan con acreditación, resulta necesario avanzar en este proceso, con el fin de garantizar la competencia técnica, la confiabilidad y la oficialidad de la información de calidad del aire.

Por su parte, el SINGEI actualmente tiene una alta dependencia de procesos de integración de datos parcialmente manuales y flujos de información heterogéneos provenientes de múltiples sectores productivos y autoridades regionales. A nivel tecnológico, esto se traduce en el desafío de consolidar plataformas interoperables y centralizadas que automaticen la captura, validación y procesamiento de grandes volúmenes de datos mediante herramientas analíticas avanzadas y sistemas de información geográfica. Operativamente, esta limitación dificulta la actualización ágil de los inventarios y exige un esfuerzo intensivo de armonización en los formatos de reporte entre las distintas entidades fuente, ralentizando la transición hacia ciclos de contabilidad más dinámicos y en tiempo real.

7.15.2.5. Oportunidades de fortalecimiento

Las brechas identificadas también muestran oportunidades concretas para mejorar la observación sistemática del cambio climático en Colombia. Una primera oportunidad consiste en ampliar la cobertura territorial y ecosistémica en regiones subatendidas, especialmente Orinoquía, Amazonia y Pacífico, así como en ecosistemas estratégicos donde persisten vacíos de información, como páramos, humedales, carbono azul, arbolado urbano, manglares urbanos y territorios de transición.

Una segunda oportunidad es fortalecer el monitoreo marino-costero e insular. Esto implica instalar o reactivar estaciones en zonas costeras sin cobertura, sectores insulares con monitoreo insuficiente y segmentos oceánicos sin boyas activas. También, requiere incrementar la redundancia observacional mediante sensores duplicados, reposición oportuna de equipos, mantenimiento preventivo y estrategias específicas para ambientes con corrosión, vandalismo o difícil acceso.

Una tercera oportunidad se relaciona con la interoperabilidad. El país puede fortalecer la conexión entre redes nacionales, plataformas regionales, repositorios especializados, redes privadas, sistemas comunitarios, proyectos licenciados y autoridades ambientales. En el componente marino, esto implica mejorar la articulación entre REDMPOMM, ESCOFI, VIOC, CECOLDO y productos asociados a ERFEN. En la Amazonia, implica conectar SIAT-AC, SIMCOBA, SIMAAC, MoSCAL, colecciones biológicas, laboratorios, estaciones experimentales y productos socioambientales con los sistemas SIAC, SNICC, SMByC, SIMCOT, SIIVRA y SIRH

(Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2026e; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024c).

Una cuarta oportunidad es consolidar el SIMCOT como componente estratégico de la observación sistemática nacional. Para ello se requiere asegurar la continuidad de mapas de coberturas, la integración entre productos vectoriales y ráster, la validación técnica de indicadores de cambio, la documentación de metadatos y la disponibilidad pública de productos cartográficos. Esto permitiría fortalecer el ordenamiento ambiental, la planificación territorial, el seguimiento de transformaciones ecosistémicas y el análisis de la capacidad de los ecosistemas para regular el clima (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2025c; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019).

Una quinta oportunidad es consolidar un inventario nacional interoperable de redes regionales y urbanas. Este inventario debería incluir, como mínimo, entidad operadora, nombre de la red, tipo de estación, coordenadas, variables monitoreadas, frecuencia de medición, periodo de operación, estado operativo, protocolo de validación, sistema al que reporta, mecanismo de acceso y enlace de descarga. Esto permitiría integrar mejor la información de las CARs, autoridades ambientales urbanas, sistemas de alerta temprana, redes privadas, plataformas comunitarias y entidades sectoriales con los sistemas nacionales de información ambiental y climática.

Una sexta oportunidad sería integrar información ambiental derivada del licenciamiento ambiental. Los datos generados por proyectos licenciados podrían aportar a la observación sistemática si cumplen criterios de calidad, continuidad, representatividad, trazabilidad y pertinencia climática. Esto requiere mecanismos de transferencia entre titulares de licencias, la ANLA, autoridades ambientales regionales, SIAC, SNICC, SINGEI, DHIME, SIRH y SISAIRE, diferenciando información pública, reservada, sensible o sujeta a validación técnica.

Como séptima oportunidad, se puede promover el monitoreo de la respuesta de la biodiversidad frente al cambio climático. Para ello se recomienda avanzar hacia esquemas que integren variables climáticas, sensores automatizados, cámaras trampa, bioacústica, monitoreo de estrés hídrico de la vegetación, LiDAR, sensores multiespectrales, drones, ADN ambiental y seguimiento comunitario. Estas herramientas pueden apoyar el diseño de corredores de migración altitudinal, el monitoreo de servicios ecosistémicos como polinización y provisión de agua, la conectividad en paisajes productivos y el diálogo entre conocimiento científico y saberes locales. En todos los casos, su implementación debe asegurar calidad, continuidad, calibración, gobernanza de datos y utilidad para decisiones de adaptación.

La octava oportunidad consiste en ampliar el uso responsable de tecnologías complementarias, como sensores de bajo costo, microsensores, redes colaborativas, monitoreo ambiental comunitario y participativo, drones, sensores remotos, información satelital, inteligencia artificial y análisis de grandes volúmenes de datos. Estas herramientas pueden ampliar la cobertura espacial, detectar cambios con mayor rapidez y mejorar el procesamiento de la información. Sin embargo, deben integrarse mediante protocolos de calibración, comparación con estaciones de referencia, capacitación de los operadores, reglas claras de gestión de datos y mecanismos que aseguren su sostenibilidad técnica y financiera.

El aprovechamiento de estas oportunidades no depende únicamente de ampliar la infraestructura de observación. Requiere fortalecer la investigación necesaria para interpretar los datos, evaluar las intervenciones y convertir la información en decisiones. Aunque la producción científica sobre cambio climático en Colombia ha aumentado, persisten brechas relevantes para la implementación y el seguimiento de la NDC. Se necesitan más estudios aplicados que evalúen la efectividad de las políticas públicas y de las medidas de mitigación y adaptación; determinen sus costos, beneficios y efectos sobre distintos territorios y grupos de población; midan reducciones verificables de emisiones, vulnerabilidad y riesgo; y analicen el financiamiento climático, las pérdidas y los daños, la relación entre salud y clima y los sistemas marino-costeros.

Estas brechas reducen la disponibilidad de evidencia territorialmente diferenciada y de resultados verificables para orientar las decisiones públicas. Atenderlas permitiría utilizar mejor la información generada por las redes y sistemas de observación para definir prioridades, seleccionar medidas, asignar recursos, construir indicadores, evaluar resultados y ajustar las acciones que no estén logrando los efectos esperados. Por esta razón, el fortalecimiento conjunto de la observación y la investigación debe considerarse prioritario para la implementación y el seguimiento de la NDC y para los próximos ciclos de reporte climático.

7.16. Mensajes clave para públicos diferenciados

Esta sección presenta los mensajes centrales del capítulo de investigación y observación sistemática para distintos públicos. Su propósito es facilitar que la información técnica pueda ser entendida y usada por ciudadanía, academia, servidores públicos, tomadores de decisión, entidades ambientales, sectores productivos y comunidades territoriales. Los mensajes se construyen a partir de la información presentada en este documento, y mantienen la idea central de que la investigación permite comprender el cambio climático, mientras que la observación sistemática aporta los datos necesarios para orientar la acción climática, la transparencia, la adaptación, la mitigación, la gestión del riesgo y la planificación territorial.

7.16.1. Mensajes transversales

El primer mensaje transversal es que Colombia cuenta hoy con mayores capacidades científicas y técnicas para comprender el cambio climático que en ciclos anteriores de reporte. Entre 2015 y 2025 se identificaron 4.057 publicaciones científicas, con una tasa media anual de crecimiento del 16,3 %. También se registraron 1.521 tesis de pregrado y posgrado, 4.934 investigadores y 543 grupos de investigación con trabajo relacionado con cambio climático. Estas cifras muestran un fortalecimiento importante de la capacidad científica del país. Sin embargo, los investigadores, los grupos, la financiación y la infraestructura científica siguen concentrados en determinados territorios, instituciones y áreas de conocimiento.

El segundo mensaje transversal es que Colombia ha fortalecido la observación sistemática del clima y del ambiente. El país cuenta con redes hidrometeorológicas, sistemas de vigilancia de la calidad del aire, monitoreo de bosques y carbono, observación de glaciares, redes marino-costeras y oceanográficas, tecnologías satelitales, sistemas regionales de información y plataformas para organizar y divulgar los datos. A partir de estas capacidades se elaboran atlas, boletines, informes, alertas y productos cartográficos que apoyan la gestión del riesgo, la planificación ambiental, la adaptación, la mitigación y los reportes nacionales de cambio climático.

El tercer mensaje transversal es que fortalecer la investigación y la observación sistemática requiere mucho más que aumentar el número de publicaciones, estaciones o tecnologías. En investigación, es necesario promover el liderazgo científico nacional, ampliar el acceso a la financiación, generar información desagregada por territorio y grupos de población, evaluar los resultados de las acciones climáticas y conectar mejor la evidencia con las políticas públicas. También, se deben fortalecer las capacidades de investigación en los territorios más vulnerables y con menor presencia institucional.

En observación sistemática, la prioridad no debe ser únicamente instalar nuevas estaciones. Es necesario garantizar el mantenimiento de las redes existentes, la continuidad de las series, la calidad y validación de los datos, la disponibilidad de metadatos, la interoperabilidad entre plataformas y el acceso público a la información. Igualmente, se requiere integrar mejor las redes regionales, sectoriales, privadas y comunitarias con los sistemas nacionales. Estas condiciones permiten que los datos se utilicen de manera oportuna en alertas tempranas, planificación territorial y sectorial, gestión ambiental y toma de decisiones.

El cuarto mensaje transversal es que la implementación de la NDC requiere cerrar brechas específicas de conocimiento y capacidades. Colombia necesita reducir la concentración territorial de investigadores y grupos, fortalecer la investigación sobre salud y cambio climático y ampliar el conocimiento sobre los sistemas marino-costeros, las pérdidas y daños, y el financiamiento climático. Se necesitan más estudios que permitan establecer qué políticas y medidas reducen realmente las emisiones, la vulnerabilidad y el riesgo; cuánto cuestan; qué beneficios producen; y cómo se distribuyen sus costos y beneficios entre los territorios, los sectores productivos y los grupos de población.

Cerrar estas brechas permitiría utilizar mejor la investigación para definir prioridades, seleccionar medidas, asignar recursos, construir indicadores, verificar resultados y corregir las acciones que no estén logrando los efectos esperados. Por esta razón, el fortalecimiento de estas áreas debe integrarse de manera explícita en la implementación, el seguimiento y las futuras actualizaciones de la NDC.

7.16.2. Mensajes para ciudadanía

Para la ciudadanía, el mensaje principal es que la investigación científica y la observación sistemática no son actividades lejanas o exclusivamente técnicas. Sus resultados ayudan a entender fenómenos que afectan la vida cotidiana, como la disponibilidad de agua, la calidad del aire, la pérdida de los glaciares, los cambios en bosques y ecosistemas, la erosión costera, los eventos extremos, los riesgos para la salud, la seguridad alimentaria, la infraestructura y los medios de vida.

- Colombia observa variables como lluvias, temperatura, caudales, sedimentos, calidad del aire, calidad del agua, bosques, deforestación, carbono, glaciares, nivel del mar, temperatura del océano, salinidad, pH, biodiversidad y ecosistemas. Esta información permite anticipar riesgos, mejorar las alertas tempranas y orientar decisiones de adaptación.
- La ciudadanía puede beneficiarse más de la información climática cuando los datos se traducen en productos claros, como boletines, atlas, mapas, visualizadores, informes, tableros y mensajes comprensibles. Los sistemas y plataformas descritos en el capítulo y los portales regionales cumplen una función importante para facilitar la consulta y el uso de la información ambiental.
- El acceso público a datos confiables, actualizados y comprensibles es una condición esencial para fortalecer la transparencia climática y facilitar la participación de entidades públicas, sectores productivos, comunidades y ciudadanía. Sin embargo, persisten dificultades relacionadas con la dispersión de la información en distintos portales, la falta de interoperabilidad entre sistemas, la actualización irregular de algunos conjuntos de datos, la ausencia o insuficiencia de metadatos y las

restricciones poco claras sobre su uso. Superar estos retos permitirá que la información climática y ambiental sea más fácil de encontrar, interpretar, reutilizar y aplicar en la toma de decisiones.

- La ciudadanía también cumple un papel activo en la generación y uso de información climática y ambiental. El monitoreo ambiental hecho con la participación de la comunidad, la ciencia abierta, y la conversación con los saberes locales, puede complementar los sistemas oficiales al aportar información local sobre los cambios, los impactos y las condiciones ambientales. Para que estos aportes sean útiles y reconocidos, es necesario que cuenten con mecanismos de validación y trazabilidad, incentiven la devolución de resultados a las comunidades, y se articulen con los sistemas nacionales de información.

7.16.3. Mensajes para academia y centros de investigación

Para la academia y los centros de investigación, el capítulo evidencia que el conocimiento sobre cambio climático en Colombia se ha ampliado y diversificado. La producción científica creció en número de publicaciones, fuentes, tesis, investigadores, grupos y áreas de conocimiento. Sin embargo, el desafío no consiste únicamente en producir más investigaciones, sino en generar conocimiento con mayor pertinencia territorial, continuidad, liderazgo nacional, apertura de datos, articulación interinstitucional e incidencia en las decisiones públicas y privadas.

- La literatura científica asociada con Colombia se concentra principalmente en el diagnóstico, la caracterización, la modelación, la proyección y la cuantificación de impactos, riesgos, emisiones y cambios ambientales. En contraste, es menos frecuente encontrar estudios que evalúen la efectividad de intervenciones ya implementadas, la reducción verificable de la vulnerabilidad, los resultados de las políticas climáticas a lo largo del tiempo, o el uso de la evidencia científica en la toma de decisiones.
- Se requiere fortalecer las investigaciones orientadas a evaluar políticas, programas y medidas climáticas, así como los estudios de implementación, los diseños que comparan situaciones previas y posteriores, el seguimiento de resultados, los indicadores de impacto y las síntesis de evidencia. Estos enfoques son necesarios para apoyar decisiones de adaptación, mitigación, gestión del riesgo y transición justa.
- Es necesario ampliar las agendas de investigación en temas con menor representación relativa, como los sistemas marino-costeros, las ciudades intermedias, la justicia climática, las pérdidas y los daños, el financiamiento climático, la economía del cuidado, la cultura, la movilidad, la relación de salud y cambio climático, las humanidades y conocimientos locales.

- La investigación debe diferenciar con mayor claridad entre participación y liderazgo científico. La colaboración internacional puede fortalecer las capacidades, la visibilidad y el acceso a financiación, pero su análisis debe complementarse con indicadores de primera autoría, autoría de correspondencia, afiliación del autor líder, liderazgo de proyectos, fuente principal de financiación y conteo fraccionado de instituciones y países.
- El crecimiento de los artículos de datos representa una oportunidad para fortalecer la ciencia abierta, la observación sistemática, la transparencia científica y la reutilización de información. Para aprovecharla, se requiere avanzar en estándares de metadatos, repositorios interoperables, identificadores persistentes, documentación de código, protocolos de calidad y flujos de trabajo reproducibles.

7.16.4. Mensajes para servidores públicos

Para los servidores públicos, el mensaje principal es que la investigación y la observación sistemática son insumos para planear, implementar, monitorear y evaluar la acción climática. La información generada por publicaciones, tesis, investigadores, grupos, redes de monitoreo, estaciones, sensores, plataformas y sistemas de información puede apoyar instrumentos como las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), los Informes Bienales de Transparencia (BTR), los planes integrales de gestión del cambio climático, la planificación territorial, la gestión del riesgo, la adaptación, la mitigación y el ordenamiento ambiental.

- El Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), el Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC), el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC), el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI), el Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación (SIIVRA), el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), DHIME y SISAIRE son piezas clave para organizar, integrar y usar información ambiental y climática en la gestión pública.
- La información generada por autoridades ambientales regionales, sistemas urbanos de alerta temprana, SVCA, portales hidroclimatológicos, empresas de servicios públicos y proyectos licenciados representa una oportunidad para ampliar la base nacional de datos ambientales, siempre que se definan reglas comunes de calidad, metadatos, periodicidad, derechos de uso y transferencia hacia SIAC, SNICC y sistemas sectoriales.
- Los servidores públicos deben usar la información científica y observacional no solo para reportar, sino para priorizar territorios, diseñar medidas, hacer seguimiento, evaluar resultados, reducir vulnerabilidad y mejorar decisiones de inversión pública.
- La integración de evidencia con enfoque de género y datos diferenciales es necesaria para que las acciones climáticas reduzcan desigualdades. La

investigación debe aportar a la identificación de impactos diferenciados y a la evaluación de medidas de adaptación y mitigación que consideren acceso a recursos, movilidad, seguridad, uso del tiempo, cargas de cuidado, participación productiva y capacidad de respuesta.

7.16.5. Mensajes para tomadores de decisión

Para los servidores públicos, la investigación y la observación sistemática son herramientas esenciales para planear, implementar, monitorear y evaluar la acción climática. La información generada por publicaciones científicas, tesis, investigadores, grupos de investigación, redes de monitoreo, estaciones, sensores, plataformas y sistemas de información permite comprender mejor los riesgos y las necesidades de cada territorio. Estos insumos pueden orientar la formulación y el seguimiento de instrumentos como las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), los Informes Bienales de Transparencia (BTR), los planes integrales de gestión del cambio climático, los instrumentos de ordenamiento territorial, los planes de gestión del riesgo y las acciones de adaptación y mitigación.

- Los sistemas de monitoreo y gestión de información, como SMByC, CECOLDO, SIRH, DHIME y SISAIRE, permiten reunir y organizar datos sobre el clima, y el ambiente. Su función es facilitar que las entidades públicas cuenten con información confiable para identificar prioridades, diseñar medidas, hacer seguimiento a los resultados y tomar decisiones en los territorios.
- La información producida por autoridades ambientales regionales, sistemas urbanos de alerta temprana, Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, portales hidroclimatológicos, empresas de servicios públicos y proyectos sujetos a licenciamiento ambiental puede ampliar la base nacional de datos. Para aprovecharla, es necesario acordar criterios comunes de calidad, metadatos, frecuencia de actualización, derechos de uso y mecanismos de transferencia hacia el SIAC, el SNICC y los sistemas sectoriales.
- La información científica y observacional no debe utilizarse únicamente para cumplir obligaciones de reporte. Debe servir también para identificar territorios prioritarios, definir medidas, orientar inversiones, hacer seguimiento a las acciones implementadas, evaluar sus resultados y reducir las condiciones de vulnerabilidad de poblaciones, sectores y ecosistemas.
- La incorporación de un enfoque de género y de datos diferenciales es necesaria para que la acción climática contribuya a reducir desigualdades. Esto implica identificar cómo los impactos climáticos y las medidas de respuesta afectan de manera distinta a mujeres, hombres y otros grupos sociales, según factores como el acceso a recursos, la movilidad, la seguridad, el uso del tiempo, las cargas de cuidado, la participación

productiva y la capacidad de respuesta. La investigación y los sistemas de información deben aportar evidencia para diseñar, implementar y evaluar medidas de adaptación y mitigación más equitativas.

7.16.6. Mensajes para entidades ambientales y sectores productivos

Para las entidades ambientales y los sectores productivos, el capítulo muestra que la observación sistemática es una responsabilidad compartida. Las entidades nacionales, las autoridades ambientales regionales y urbanas, los institutos de investigación, las empresas de servicios públicos, los sectores productivos, las redes privadas, la academia y las comunidades generan información que puede fortalecer la gestión climática del país. Para que esta información sea útil, debe integrarse bajo criterios comunes de calidad, trazabilidad, interoperabilidad y acceso.

- Las redes regionales, urbanas, comunitarias, privadas y sectoriales pueden complementar las redes nacionales al aportar información más detallada sobre condiciones locales y territoriales. Su aporte será más útil cuando los datos cuenten con protocolos de medición, validación técnica, metadatos, mecanismos de intercambio y condiciones claras de acceso.
- Los datos generados por proyectos con licencia ambiental también pueden contribuir a la observación sistemática, siempre que cumplan criterios de calidad, continuidad, representatividad, trazabilidad y relevancia climática. Para ello, se requieren mecanismos claros de transferencia de información entre los titulares de las licencias, ANLA, las autoridades ambientales regionales y los sistemas nacionales de información. Estos mecanismos deben diferenciar la información pública de aquella que sea reservada, sensible o requiera validación técnica antes de su difusión.
- Tecnologías como los sensores de bajo costo, microsensores, visualizadores regionales, drones, sensores remotos, inteligencia artificial y análisis de grandes volúmenes de datos pueden ampliar la cobertura territorial y mejorar la oportunidad de la información. Sin embargo, deben complementar, y no reemplazar, las redes oficiales de referencia.
- El uso responsable de estas tecnologías requiere protocolos de calibración, comparación con estaciones de referencia, capacitación de los usuarios, reglas claras para la gestión de datos, sostenibilidad operativa, documentación de metadatos y control de calidad.
- En los sectores productivos, la información climática y ambiental es un insumo estratégico para anticipar riesgos, reducir pérdidas y mejorar la continuidad de las operaciones. Su uso permite planificar de forma más eficiente la gestión del agua y la energía, adaptar la producción agropecuaria, proteger infraestructura crítica, mejorar la seguridad portuaria y marítima, prevenir episodios de contaminación del aire y

cumplir con las obligaciones ambientales. Además, facilita la identificación temprana de vulnerabilidades y la toma de decisiones de inversión que fortalezcan la resiliencia de las empresas y los territorios frente al cambio climático.

7.16.7. Mensajes para comunidades territoriales y actores locales

Para las comunidades territoriales y los actores locales, la acción climática requiere conocimiento local: información que refleje las condiciones, experiencias y necesidades de cada territorio. Los datos nacionales son fundamentales, pero deben complementarse con información local, participación y saberes de la comunidad y mecanismos de devolución de resultados. Esta combinación permite que las decisiones sobre adaptación, gestión del riesgo, conservación y desarrollo respondan mejor a las realidades sociales, ambientales y productivas de cada comunidad.

- La concentración de capacidades científicas en pocos centros urbanos puede limitar la generación de conocimiento en territorios con alta vulnerabilidad climática. Por ello, es necesario impulsar estrategias de descentralización que fortalezcan la participación de mujeres, comunidades rurales, pueblos indígenas, comunidades afrodescendientes, jóvenes investigadores y organizaciones territoriales en la producción y uso de información climática.
- El monitoreo ambiental participativo y comunitario puede aportar información relevante sobre cambios en el clima, los glaciares, los bosques, el carbono, la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la calidad ambiental y los riesgos locales. Su valor aumenta cuando se acompaña de capacitación, protocolos de registro, validación técnica, trazabilidad de los datos, interoperabilidad con otros sistemas y mecanismos claros para que la información se utilice en decisiones locales.
- El diálogo de saberes permite complementar el conocimiento científico con la experiencia de las comunidades sobre cambios en las lluvias, la disponibilidad de agua, las coberturas de la tierra, los ecosistemas, los eventos extremos, las actividades productivas y los medios de vida. Incorporar estas perspectivas ayuda a identificar impactos que pueden no ser visibles en los datos agregados y a diseñar respuestas más pertinentes.
- La información climática debe regresar a los territorios de forma comprensible, oportuna y útil. Esto requiere producir fichas, mapas, boletines, visualizadores, talleres, materiales pedagógicos y espacios de discusión que permitan a las comunidades interpretar los datos y utilizarlos para prevenir riesgos, proteger los ecosistemas, fortalecer la adaptación y participar en la planificación de sus territorios.

7.17. Hoja de ruta para fortalecer la investigación y la observación sistemática

Esta hoja de ruta organiza las acciones de fortalecimiento que se derivan de las brechas, avances, oportunidades y recomendaciones identificadas en los componentes de investigación y observación sistemática. Su propósito es convertir el diagnóstico de este capítulo en una secuencia clara de trabajo para mejorar la producción de conocimiento, la continuidad de la observación, la interoperabilidad de datos, el acceso público a la información y el uso de la evidencia en la acción climática. La hoja de ruta no introduce metas nuevas distintas a las planteadas en el documento; ordena las prioridades ya identificadas para que puedan ser usadas en la planificación institucional, territorial y sectorial.

La hoja de ruta se estructuró en torno a dos frentes complementarios: fortalecer la investigación en cambio climático y fortalecer la observación sistemática. Ambos frentes deben avanzar de manera articulada.

7.17.1. Principios orientadores

La hoja de ruta se sustenta en cinco principios orientadores.

1. Pertinencia territorial: La investigación y la observación sistemática deben responder a las necesidades, riesgos y características de los territorios más expuestos al cambio climático, entre ellos el Pacífico, la Amazonia, la Orinoquía, el Caribe insular, las zonas costeras, la alta montaña, los humedales, las áreas de transición y los corredores urbano-industriales.
2. Calidad y continuidad: No basta con aumentar el número de publicaciones, estaciones o datos disponibles. Es necesario garantizar series de información comparables en el tiempo, metadatos estandarizados, validación y control de calidad, mantenimiento de la infraestructura, trazabilidad de los datos y evidencia confiable para la toma de decisiones.
3. Interoperabilidad: La información generada por redes nacionales, autoridades ambientales, sectores productivos, universidades, comunidades, proyectos licenciados y plataformas regionales debe poder integrarse y utilizarse de manera conjunta, mediante criterios, formatos, protocolos y estándares comunes.
4. Equidad: La producción y el uso del conocimiento climático deben incorporar el enfoque de género, datos diferenciales, saberes locales y participación efectiva de los actores territoriales, reconociendo que los impactos y las capacidades de respuesta no son iguales para todas las poblaciones.
5. Incidencia: La investigación científica y la observación sistemática deben traducirse en información útil para orientar la adaptación, la mitigación, la

gestión del riesgo, la conservación de los ecosistemas, la planificación territorial y los reportes climáticos nacionales.

Para fortalecer la investigación climática, las prioridades se concentran en mejorar su pertinencia territorial, ampliar la evaluación de políticas y medidas, fortalecer la formación y las capacidades regionales, incorporar el enfoque de género y la interseccionalidad, reconocer los saberes locales y consolidar un sistema periódico de seguimiento cienciométrico. Estas acciones deben facilitar la construcción de agendas compartidas entre universidades, institutos de investigación, autoridades ambientales, entidades territoriales, comunidades y sectores productivos, y promover que el conocimiento generado se utilice en la planificación, la gestión del riesgo y la implementación de medidas de adaptación y mitigación.

Para fortalecer la observación sistemática, las prioridades incluyen ampliar la cobertura en regiones y ecosistemas subatendidos; garantizar el mantenimiento y la continuidad de la infraestructura; mejorar la calidad, trazabilidad y comparabilidad de los datos; integrar redes nacionales, regionales, privadas y comunitarias; fortalecer las plataformas de acceso; y conectar la información observada con los instrumentos de decisión y reporte climático. Se requiere prestar atención prioritaria a la observación marino-costera e insular, las aguas subterráneas, la biodiversidad, la calidad del aire y los territorios donde la densidad de estaciones es reducida.

La secuencia detallada de acciones de corto, mediano y largo plazo, junto con los resultados esperados para cada línea de trabajo, se presenta en el Protocolo para la evaluación de capacidades en investigación y monitoreo del cambio climático en Colombia. Esta hoja de ruta ampliada debe entenderse como una orientación para la planificación institucional y sectorial, cuya implementación requiere validación con las entidades responsables, definición de recursos, establecimiento de indicadores y articulación con los instrumentos nacionales y territoriales existentes.

7.18. Conclusiones

La investigación y la observación sistemática no deben entenderse como actividades separadas. La investigación ayuda a interpretar lo que ocurre, formular preguntas relevantes, evaluar respuestas y producir conocimiento útil. La observación sistemática permite medir de manera continua el comportamiento de la atmósfera, el agua, los glaciares, los océanos, las costas, los bosques, la biodiversidad y otros componentes ambientales. Cuando ambas capacidades se articulan, el país puede transformar datos y resultados científicos en información útil para la adaptación, la mitigación, la gestión del riesgo, la planificación territorial, la conservación de ecosistemas y la transparencia climática.

7.18.1. Principales hallazgos integrados

En materia de investigación, el análisis del periodo 2015-2025 evidencia una expansión significativa del campo climático en Colombia. Se identificaron 4.057 publicaciones científicas, con una tasa media anual de crecimiento cercana al 16,3 %. También se identificaron 1.521 tesis de pregrado y posgrado, 4.934 investigadores y 543 grupos de investigación con evidencia de trabajo relacionado con cambio climático. Estos resultados muestran una comunidad científica más amplia y diversa que la observada en el análisis de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (Colciencias et al., 2016), aunque la comparación debe interpretarse con cautela por las diferencias metodológicas entre los estudios.

Esta expansión no solo se expresa en más publicaciones. Se refleja también en una mayor diversidad temática. La investigación sobre cambio climático en Colombia ya no se limita a la caracterización biofísica o al análisis de impactos. El campo ha incorporado de manera creciente temas como adaptación, mitigación, resiliencia, sostenibilidad, transición energética, gestión del riesgo, sistemas productivos, gobernanza, política pública y toma de decisiones. Esta evolución es coherente con tendencias globales de la literatura climática, que muestran un desplazamiento progresivo hacia investigaciones orientadas a soluciones y respuestas frente al cambio climático (Fu & Waltman, 2022; Haunschild et al., 2016).

El análisis de capacidades nacionales muestra que el país cuenta con investigadores y grupos altamente formados, con presencia en ciencias naturales, ingeniería y tecnología, ciencias sociales, ciencias agrícolas, salud y otras áreas del conocimiento. Esta diversidad es una fortaleza porque el cambio climático no es solo un fenómeno físico o ambiental; también afecta la economía, la salud, los medios de vida, la infraestructura, la cultura, la gobernanza, la seguridad hídrica y la organización territorial. Sin embargo, las capacidades científicas se concentran principalmente en algunos centros académicos y administrativos, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la investigación en regiones con alta vulnerabilidad climática y menor presencia institucional.

En materia de observación sistemática, Colombia ha consolidado una arquitectura amplia de redes, sistemas, plataformas e instituciones que generan información sobre variables atmosféricas, hidrometeorológicas, hidrológicas, hidrogeológicas, criosféricas, meteomarinas, costeras, oceanográficas, forestales, de carbono, biodiversidad y calidad ambiental. Esta arquitectura involucra varias autoridades e institutos de investigación nacionales, autoridades ambientales regionales y urbanas, sectores productivos, academia, redes privadas y actores comunitarios. Esta diversidad amplía la cobertura temática y territorial de la

información, pero también exige coordinación, estándares comunes e interoperabilidad.

Entre las redes más relevantes de observación se destacan la Red Nacional de Monitoreo Hidrometeorológico, la Red Nacional de Radares Meteorológicos, los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, la Red Básica Nacional de Monitoreo de Aguas Subterráneas, la Red Nacional de Isotopía, el monitoreo criosférico, la REDCAM, la REDMPOMM, la Estación Costera Fija de Tumaco, la plataforma VIOC, los cruceros ERFEN, el SMByC, el SIMCOT, y las iniciativas de monitoreo participativo y comunitario, entre otros. Estas capacidades permiten observar múltiples dimensiones del cambio climático y sus efectos en el territorio nacional.

Colombia cuenta además con sistemas y plataformas que facilitan la gestión, consulta y uso de datos ambientales y climáticos. Entre ellos se encuentran DHIME, SIRH, SISAIRE, CECOLDO, TRITON, Web ICAM, SIAT-AC, portales regionales, entre otros. Estos instrumentos permiten pasar de la medición técnica a la generación de información útil para instituciones, academia, sectores productivos, comunidades y ciudadanía.

7.18.2. Brechas que deben atenderse

En investigación, una de las principales brechas es la distribución desigual de las capacidades científicas. La concentración de investigadores, grupos e instituciones en Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Atlántico favorece la formación de núcleos científicos consolidados, pero también puede limitar la continuidad de la investigación dirigida desde territorios con alta vulnerabilidad climática y menor infraestructura académica. Esta situación es especialmente relevante en la Amazonia, la Orinoquía, el Pacífico, el Caribe insular y otros departamentos donde la presencia de investigadores y grupos es reducida. Superar esta brecha requiere fortalecer universidades y centros regionales, promover proyectos de largo plazo liderados desde los territorios y consolidar redes entre instituciones nacionales, autoridades ambientales, entidades territoriales, comunidades y sectores productivos.

También, persisten brechas temáticas que afectan la capacidad para comprender dimensiones importantes del cambio climático. La relación entre salud y clima requiere mayor investigación para identificar riesgos, poblaciones expuestas y medidas de prevención. Los sistemas marino-costeros necesitan estudios continuos sobre aumento del nivel del mar, erosión, calentamiento y acidificación del océano, calidad ambiental, vulnerabilidad de ecosistemas y efectos sobre comunidades costeras e insulares. Asimismo, se necesita ampliar la evidencia sobre pérdidas y daños para reconocer impactos que no pueden evitarse completamente mediante la adaptación, y sobre financiamiento

climático para conocer las necesidades de recursos, las fuentes disponibles, los mecanismos de acceso y la distribución territorial de las inversiones.

Una brecha transversal corresponde a la limitada disponibilidad de estudios que evalúen las políticas y medidas ya implementadas. Aunque existe una producción amplia de diagnósticos, caracterizaciones, modelos y proyecciones, son menos frecuentes las investigaciones que determinan si una intervención redujo efectivamente la vulnerabilidad o las emisiones, cuánto costó, qué beneficios produjo, quiénes recibieron esos beneficios y qué factores facilitaron o limitaron su ejecución. Sin esta evidencia, resulta más difícil identificar las medidas que deben mantenerse, ampliarse, modificarse o suspenderse.

El cierre de estas brechas contribuiría directamente a la implementación y el seguimiento de la NDC. Una distribución territorial más equilibrada de las capacidades científicas permitiría generar evidencia ajustada a las condiciones locales. La investigación en salud y cambio climático, los sistemas marino-costeros y las pérdidas y los daños ayudaría a reconocer riesgos y necesidades insuficientemente documentados. El análisis del financiamiento permitiría estimar y priorizar recursos. La evaluación de políticas mostraría si las acciones producen resultados verificables. Estos avances fortalecerían la selección de medidas, la definición de indicadores, el seguimiento de resultados, la rendición de cuentas y la actualización progresiva de la acción climática nacional.

En las capacidades científicas, el enfoque de género y equidad debe pasar de ser un componente complementario para convertirse en un criterio transversal. La información disponible permite una aproximación inicial a la distribución por sexo de investigadores, pero no caracteriza suficientemente aspectos como el liderazgo, el acceso a la financiación, la autoría principal, la coordinación de proyectos, la participación en redes, las trayectorias territoriales y las desigualdades interseccionales. La experiencia del Seminario “Somos Clima: Género y Acción Climática” muestra la importancia de producir información climática socialmente situada, desagregada y útil para diseñar políticas más justas, inclusivas y pertinentes (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales et al., 2024).

En observación sistemática, las principales brechas están asociadas con la cobertura territorial, la continuidad operativa, la calidad de datos, la interoperabilidad, el acceso público y la integración entre instituciones. La red de estaciones es insuficiente en áreas hidrográficas del Orinoco, Amazonas y Pacífico. Para la calidad del aire, el monitoreo se concentra principalmente en las regiones Andina y Caribe, mientras que la Amazonia, la Orinoquía, el Pacífico y las zonas insulares presentan menor cobertura. Se identificaron vacíos en zonas costeras sin estaciones operativas, sectores insulares con monitoreo insuficiente y segmentos oceánicos sin boyas activas.

Los vacíos no se limitan a la ubicación de estaciones. Se relacionan con ecosistemas y variables que requieren mayor seguimiento, como el carbono en los páramos, el carbono azul en los manglares y pastos marinos, el arbolado urbano, los humedales costeros, las ciénagas, los manglares urbanos, las cuencas altamente intervenidas, los territorios de transición andino-amazónica, el piedemonte llanero y los corredores urbano-industriales. Estos territorios concentran procesos donde interactúan la variabilidad climática, la contaminación, la transformación del territorio, la pérdida de coberturas, los cambios en calidad del agua, los eventos extremos y la exposición de las comunidades vulnerables.

En términos tecnológicos y operativos, la sostenibilidad de las redes sigue siendo un desafío. No basta con instalar equipos. Se requiere de un mantenimiento preventivo y correctivo, la reposición tecnológica, mejorar la conectividad, fortalecer el personal, la calibración, la validación, la documentación de metadatos y la publicación oportuna de datos. Esto es especialmente importante para los SVCA, las redes hidroclimatológicas regionales, las estaciones marino-costeras, los sistemas de alerta temprana y los sistemas que dependen de sensores remotos, el uso de la inteligencia artificial y el desarrollo de computación en la nube.

Otra brecha crítica es la integración de información generada por actores privados, sectores productivos, concesiones, empresas de servicios públicos y proyectos licenciados. Estos actores producen datos valiosos sobre el recurso hídrico, la calidad del aire, las emisiones, las coberturas, la fauna y la flora, los suelos, las contingencias y la operación de infraestructura, las cuencas abastecedoras, los vertimientos y riesgos ambientales. Sin embargo, estos datos no siempre se integran de manera interoperable con los sistemas nacionales. Fortalecer su incorporación bajo unas reglas claras de calidad, confidencialidad, acceso, periodicidad y trazabilidad permitiría ampliar la base nacional de observación climática y ambiental.

7.18.3. Prioridades para la siguiente década

La siguiente etapa debe concentrarse en conectar mejor la investigación, la observación sistemática y toma de decisiones. Para la investigación climática, la prioridad es consolidar una agenda nacional más territorial, interdisciplinaria y orientada a soluciones. Esto implica fortalecer las capacidades científicas en regiones subrepresentadas, promover investigaciones aplicadas sobre la efectividad de políticas y medidas, ampliar el uso de ciencia abierta y datos reutilizables, organizar el acervo de trabajos de tesis, mejorar los indicadores de liderazgo y financiación, e incorporar de manera transversal el enfoque de género, equidad y conocimiento territorial.

Para la observación sistemática, la prioridad es avanzar hacia un sistema más integrado, continuo y útil para la acción climática. Esto exige mejorar la cobertura en regiones y ecosistemas con menor monitoreo, asegurar la sostenibilidad operativa de las estaciones y los sensores, fortalecer la interoperabilidad entre plataformas, consolidar los metadatos y protocolos comunes, ampliar la publicación de datos abiertos cuando sea posible, y establecer mecanismos para integrar datos regionales, privados, sectoriales, comunitarios y de proyectos licenciados.

Una prioridad común para ambos componentes es fortalecer la trazabilidad de la información. En investigación, esto significa fortalecer la documentación de métodos, bases de datos, afiliaciones, autorías, financiación y limitaciones. En observación, significa mejorar la documentación de variables, estaciones, periodos, frecuencia de medición, calidad, validación, estado operativo, plataformas de publicación y restricciones de acceso. Sin trazabilidad, los datos y los resultados pierden utilidad para la comparación temporal, la evaluación de políticas y los reportes de transparencia.

Otra prioridad es fortalecer la comunicación pública de la información climática. El país cuenta con conocimiento y datos valiosos, pero su impacto depende de que puedan ser entendidos y usados por públicos diversos. Por ello, los resultados deben traducirse en mensajes claros para la ciudadanía, la academia, los servidores públicos, los tomadores de decisión, las entidades ambientales, los sectores productivos y las comunidades territoriales. La información climática debe mostrar no solo qué se mide o qué se investiga, sino por qué importa para el agua, la salud, la agricultura, la energía, los bosques, la biodiversidad, las costas, la infraestructura, los medios de vida y la gestión del riesgo.

7.18.4. Aporte a la transparencia climática y a la acción climática en Colombia

El aporte a la transparencia climática es mostrar que Colombia dispone de una base de conocimiento y observación que puede sustentar el seguimiento de sus compromisos climáticos, los reportes nacionales y la toma de decisiones. La arquitectura nacional de información climática permite conectar los datos de mitigación, adaptación, bosques, vulnerabilidad, riesgo y financiamiento con los instrumentos de reporte y planificación (Congreso de la República de Colombia, 2018; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

La investigación y la observación sistemática también aportan a la acción climática porque permiten identificar dónde están los riesgos, qué territorios requieren mayor atención, qué ecosistemas cumplen funciones críticas, qué variables deben monitorearse con mayor continuidad, qué medidas pueden ser más efectivas y qué capacidades deben fortalecerse. La evidencia científica

ayuda a interpretar causas, impactos y respuestas; la observación sistemática permite verificar cambios, alimentar alertas, mejorar modelos, generar indicadores y evaluar si las acciones están produciendo resultados.

Como conclusión general, la investigación y la observación sistemática son una infraestructura de conocimiento para el país. Su valor no está solo en producir publicaciones, estaciones, bases de datos o plataformas, sino en permitir que Colombia comprenda mejor su realidad climática, anticipe riesgos, evalúe respuestas, cumpla sus compromisos internacionales y tome decisiones más oportunas, justas y basadas en evidencia. Fortalecer esta infraestructura es una condición necesaria para avanzar hacia una acción climática más efectiva, transparente y territorialmente pertinente.



8. Bibliografía por capítulos

8.1. Circunstancias nacionales y arreglos institucionales

AmphibiaWeb. (2025). *AmphibiaWeb*. https://amphibiaweb.org

Banco de la República. (2025, agosto 1). *Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República. julio de 2025*. https://www.banrep.gov.co/es/publicaciones-investigaciones/informe-junta-directiva-congreso/julio-2025

Banco de la República. (2026, junio 9). *Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República - marzo de 2026*. https://www.banrep.gov.co/es/publicaciones-investigaciones/informe-junta-directiva-congreso/marzo-2026

Baptiste, E. M., García L., M., Acevedo-Charry, O., Acosta, A., Alarcón, J., Arévalo, E., Avella, C. G., Blanco, A., Botero, J. E., Caicedo-Portilla, J. R., Camelo Martínez, C., Camelo-Calvo, M. P., Certuche-Cubillos, K., Chasqui, L., Cifuentes, Y., Contreras, P. J., Córdoba, S., Correa, J., Díaz, M. F., … Pagad, S. (2022). *Global Register of Introduced and Invasive Species- Colombia*. Invasive Species Specialist Group ISSG. https://doi.org/10.15468/YZNR8V

Bernal, R., Gradstein, S. R., & Celis, M. (2020). *Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia V1.3*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. https://doi.org/https://doi.org/10.15472/7avdhn

Bota Sierra, C., Álvarez Álvarez, L., Amaya, V., Carrillo Camargo, B., Garzón Salamanca, L., Hoyos, A., Mendoza Penagos, C., Montes Fontalvo, J., Palacino Rodríguez, F., Pérez Gutiérrez, L., Realpe, E., Sánchez Herrera, M., Sandoval-H, J., Stand-Pérez, M., Torres- Pachón, M., Velásquez, M. I., & Cano Cobos, Y. (2025). *Lista de Libélulas y Caballitos del Diablo (Insecta: Odonata) de Colombia. Version 1.1.* Grupo Colombiano de Odonatología. https://doi.org/https://doi.org/10.15472/vu7z8i

Cancillería. (2024, junio 7). *Colombia se mantiene en el grupo de los países con Alto Índice de Desarrollo Humano*. https://nuevayork-onu.mision.gov.co/newsroom/news/colombia-se-mantiene-grupo-los-paises-con-alto-indice-desarrollo-humano

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). *Boletín Técnico. Índice de Precios al Consumidor (IPC). Diciembre de 2022*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/bol_ipc_dic22.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025). *Boletín técnico. Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2024*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/ECV/bol-ECV-2024.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026a). *Boletín técnico. Cuentas nacionales anuales (CNA). 2023 y 2024 provisional*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PIB/bol-CuentasNalANuales-2024p.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026b). *Boletín técnico. Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2025*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/ECV/bol-ECV-2025.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026c). *Boletín técnico. Estadísticas Vitales (EEVV) Nacimientos y defunciones no fetales*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/EEVV/2026/20-mar-2026/bol-EEVV-IIsem2025pr.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026d). *Boletín técnico. Índice de Precios al Consumidor (IPC). Diciembre 2025*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/IPC/dic2025/bol-IPC-dic2025.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026e). *Boletín técnico. Pobreza multidimensional en Colombia Año 2025*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PM/bol-PMultidimensional-2025.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026f). *Boletín técnico. Principales indicadores del mercado laboral. Diciembre de 2025*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/GEIH/bol-GEIH-dic2025.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026g). *Boletín técnico. Producto Interno Bruto (PIB) IV trimestre 2025 preliminar*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PIB/bol-PIB-IVtrim2025.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026h). *Proyecciones de población municipal por área y pertenencia étnico-racial. Período 2018 - 2035*. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026). *Proyecciones y retroproyecciones de población nacional para el periodo 1950-2017 y 2018-2070 con base en el CNPV 2018*. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

DoNascimiento, C., Agudelo-Zamora, H. D., & Bogota-Gregory, J. D. (2024). *Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v2.17*. Asociación Colombiana de Ictiólogos. https://doi.org/https://doi.org/10.15472/numrso

Echeverry-Galvis, M. Á., Acevedo-Charry, O., Avendaño, J. E., Gómez, C., Stiles, F. G., Estela, F. A., & Cuervo, A. M. (2022). Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado. *Ornitología Colombiana*, (22), 25-51. https://doi.org/10.59517/oc.e548

Garwood, K., Huertas, B., Ríos-Málaver, I. C., & Jaramillo, J. G. (2022). *Mariposas de Colombia Lista de chequeo/ Butterflies of Colombia Checklist (Lepidoptera: Papilionoidea). BioButterfly Database. 2da Edición*. https://www.butterflycatalogs.com/uploads/1/0/3/2/103240120/colombia_butterfly_checklist_2nd_ed_30nov2022_.pdf

Grupo de Coleopterólogos de Colombia. (2026, junio 23). *Listas de referencia Grupo de Coleopterólogos de Colombia*. https://www.gbif.org/publisher/2c39be5c-c11e-46d0-bcb4-552f2072d19f

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, & Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. (2022). *Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables 2020*. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Estado-del-ambiente-y-los-recursos-naturales?page=0

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2024). *Hoja de ruta MRV para el fortalecimiento del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación - MRV de mitigación de GEI de Colombia*. https://climate-transparency-platform.org/sites/default/files/knowledge_centre_files/HOJA%20DE%20RUTA%20MRV%202024%20COLOMBIA%20f.pdf

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2025). *Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables 2024*. https://storymaps.arcgis.com/stories/a6dada0ace634f38834820e848d84b6b

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia, & Fundación Natura. (2024). *BTR1 Primer Informe Bienal de Transparencia de Colombia*. https://unfccc.int/documents/645256

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2023). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia 2022*. INVEMAR. https://portal.invemar.org.co/documents/235216/0/IER+2022+Preliminar.pdf/81e03162-282b-42fc-ad78-cdfb89d076d5

Ministerio de Educación Nacional. (2026a). *Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media - SINEB*. http://bi.mineducacion.gov.co:8380/eportal/web/sineb

Ministerio de Educación Nacional. (2026b). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior - SNIES*. https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/content/poblacional/index.jsf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025). *Lista de referencia de especies silvestres migratorias de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia (Versión 1.2)*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://doi.org/10.15472/7qo8bb

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). (2023). *Resolución 0067 de 2023. Por la cual se modifica el artículo 1 de la Resolución No. 848 de 2008, adicionando al listado de especies exóticas declaradas como invasoras las especies Alopochen aegyptiaca (Ganso del Nilo), Paulownia tomentosa (Árbol del Kiri), y Procambarus clarkii (Cangrejo Rojo Americano) y se adopta el Plan para la Prevención, Manejo y Control en el Territorio Nacional de la especie Procambarus clarkii (Cangrejo rojo americano) y se toman otras determinaciones.* Diario Oficial número 52.317. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/01/Resolucion-0067-de-2023.pdf

Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (2026). *Estadísticas generales grupos e investigadores*. https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/estadisticas-generales

Ministerio de Educación Nacional. (2023, junio 28). *Ante el aumento de la deserción escolar en los últimos años en Colombia, el Ministerio de Educación ha implementado estrategias para prevenir que los estudiantes abandonen las aulas*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/w3-article-415819.html

Ministerio de Educación Nacional. (2025, mayo 29). *Qué es el SEIP y sus Componentes*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/w3-article-423415.html

Ministerio de Transporte. (2023). *Transporte en Cifras 2022*. https://www.mintransporte.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=33690

Ministerio de Transporte. (2025). *Transporte en Cifras 2024*. https://mintransporte.shinyapps.io/transporteencifrasapp2025/

Ramírez-Chaves, H. E., Leuro Robles, N. G., Castaño Rivera, A., Morales-Martínez, D. M., Suárez Castro, A. F., Rodríguez-Posada, M. E., Zurc, D., Concha Osbahr, D. C., Trujillo, A., Noguera Urbano, E. A., Pantoja Peña, G. E., González Maya, J. F., Pérez Torres, J., Mantilla Meluk, H., López Castañeda, C., Velásquez Valencia, A., & Zárrate Charry, D. (2024). *Mamíferos de Colombia. v1.14*. Sociedad Colombiana de Mastozoología. https://doi.org/https://doi.org/10.15472/kl1whs

SiB Colombia. (2024, marzo 21). *Nueva lista de especies amenazadas en Colombia al detalle*. https://biodiversidad.co/post/2024/lista-especies-amenazadas-colombia/

SiB Colombia. (2025a, octubre 8). *Biodiversidad en cifras 2025: Colombia y su ventana a la Amazonía*. https://biodiversidad.co/post/2025/biodiversidad-cifras/

SiB Colombia. (2025b, diciembre 31). *Metodología de Biodiversidad en Cifras. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia*. https://cifras.biodiversidad.co/mas/metodologia

SiB Colombia. (2026). *Cifras destacadas. Biodiversidad de Colombia 2025*. files/1151/SiB Colombia - 2026 - Cifras destacadas. Biodiversidad de Colombia 2025.pdf

Torres-Morales, G., Baptiste, M. P., & Castellanos, C. (2024). *Lista de especies de plantas exóticas y trasplantadas de Colombia. 1298 especies aportadas*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt. https://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=ls_colombia_plantaeexoticas_2021

Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R., Reyes, F., Kudera, J., & Hošek, J. (2025). *THE REPTILE DATABASE*. http://www.reptile-database.org/

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. (2025). *The checklist of CITES species*. https://checklist.cites.org/#/en

8.2. Inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas de Colombia (1990-2024)

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2026). *Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas."*

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Natura, & PNUD. (2024). *Documento del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de efecto invernadero (1990-2021). Contaminantes criterio y carbono negro (2010-2021). Primer Informe Bienal de Transparencia de Colombia (BTR 1). Presentado ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.* https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BTR1_Colombia_Annex1_NIR.pdf

Pineda Pardo, L. A., Cárdenas Domínguez, R. F., Galván Gómez, M., Cortés Caro, M. A., Aranguren Niño, L. M., & Vanegas Parra, V. (2025). *Protocolo Maestro del Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación de acciones de mitigación a nivel nacional*.

8.3. Progresos realizados en la implementación y el logro de las contribuciones determinadas a nivel nacional

Aeronáutica Civil. (2025, November 4). *El cielo colombiano se transforma: el 85% de los aeropuertos del país ya opera con navegación PBN*. https://www.aerocivil.gov.co/publicaciones/4467/el-cielo-colombiano-se-transforma-el-85-de-los-aeropuertos-del-pais-ya-opera-con-navegacion-pbn/

Aeronáutica Civil. (2026, February 4). *¡Histórico! Más de 211 millones de pasajeros se han movilizado por los aeropuertos de Colombia durante el Gobierno de Gustavo Petro*. https://www.aerocivil.gov.co/publicaciones/4513/historico-mas-de-211-millones-de-pasajeros-se-han-movilizado-por-los-aeropuertos-de-colombia-durante-el-gobierno-de-gustavo-petro/

C40 Cities Finance Facility, Institute for Transportation and Development Policy, Fundación Despacio, & Ministerio de Transporte de Colombia. (2022). *Guía de Sistema de Bicicletas Compartidas. Planeación, implementación y operación de Sistemas de Bicicleta de uso público en Colombia y la Región*. https://www.giz.de/en/downloads/GIZ-2022-es-Gui%CC%81a-Bicicleta-Compartida.pdf

Cenicaña. (2025). *Informe Anual 2024: nuestro corazón y esfuerzo en un valle más biodiverso*. https://www.cenicana.org/pdf_privado/informe_anual/ia_2024/ia_2024.pdf

CIPAV, Alliance Bioversity International - CIAT, & Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC). (2025). *Informe final de actividades: Modelación de escenarios de mitigación de las medidas propuestas*.

Climate and Clean Air Coalition, & UNEP. (2024). *Aprovechar los beneficios de los contaminantes distintos del CO_2 y de la calidad del aire en las CDN 3.0: Guía práctica y orientada al logro de resultados*. https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources/files/ES_Leveraging%20the%20Benefits%20of%20non-CO%E2%82%82%20Pollutants%20and%20Air%20Quality%20in%20NDC%203.0_5_0.pdf

Congreso de Colombia. (2021). *Ley 2169 de 2021. Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones.* Diario Oficial No. 51.896. https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/ley-2169-de-2021/

Congreso de la República de Colombia. (1994). *Ley 164 de 1994. Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York*

el 9 de mayo de 1992. Diario Oficial No. 41.575. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=21970

Decreto 1655 de 2017 (2017). https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1655-de-2017/

Defries, R., Achard, F., Brown, S., Herold, M., Murdiyarso, D., Schlamadinger, B., & De Souza, C. (2006). *Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation in Developing Countries: Considerations for Monitoring and Measuring*. https://www.gofcgold.umd.edu/sites/default/files/docs/ReportSeries/GOLD_26.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda y actualizadas con información posterior a la pandemia de COVID-19*. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2025). *Boletín técnico. Producto Interno Bruto (PIB) IV trimestre 2024 preliminar*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PIB/bol-PIB-IVtrim2024.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2023*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/ENA/bol-ENA-2023.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. Colombia, Potencia Mundial de la Vida*. https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026

Dhakal, S., Minx, J. C., Toht, F., Abdel-Aziz, A., Figueroa, M. J., Hubacek, K., Jonckheere, I., Yong-Gun Kim, Nemet, G., Pachauri, S., Tan, X., & Wiedmann, T. (2022). Emissions Trends and Drivers. In P. Shukla, J. Skea, R. Slade, R. Fradera, M. Pathak, A. Al-Khourdajie, M. Belkacemi, R. van Diemen, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, D. McCollum, S. Some, & P. Vyas (Eds.), *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Asessment Report of the Intergovermental Panel on Climate Change* (pp. 215–294). Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2025). *Construcción de proyecciones de PIB sectorial 2018-2050 para su uso en el escenario tendencial de la actualización de la NDC en 2025*. Comunicación interna

European Environment Agency (EEA). (2019). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - Technical guidance to prepare national emission inventories- Publications Office of the EU*. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ce310211-4bc5-11ea-8aa5-01aa75ed71a1/language-en

Galindo, G., Espejo, O. J., Rubiano, J. C., Vergara, L. K., & Cabrera, E. (2014a). *Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia (Versión 2.0)*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/archivos/protocolo_de_pdi_para_la_cuantificacion_de_la_deforestacion_en_colombia_v2_1.pdf

Galindo, G., Rubiano, J., & Nieto, J. (2023a). Hoja metodológica del indicador Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (versión 1.4). In *Hoja metodológica*. Ideam. https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/bosques/hm/HM%20Cambio%20bosque%20natural.pdf

Gobierno de Colombia. (2017). *Ley 1844 de 2017. Por medio de la cual se aprueba el "Acuerdo de París", adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia*. Diario Oficial No. 50.294. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1844_2017.html

Gobierno de Colombia. (2021). *E2050 Colombia, Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/estrategia-2050/

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (2025). *Monitoreo de la superficie de bosque y la deforestación en colombia*. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Informe-anual-del-monitoreo-de-bosque-y-la-deforestacion

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, PNUD, P. de las N. U. para el D.-,

Fundación Natura, P. G.-C. "Transparencia C. C. y, & Proyecto Biocarbono "Paisajes sostenibles Bajos en Carbono". (2024). *Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de Efecto Invernadero (1990-2021) y Contaminantes Criterio y Carbono Negro (2010-2021).*

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (2025). *Informe Nacional: Generación y manejo de residuos peligrosos en Colombia 2024*. https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/17226

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Fundación Natura, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Departamento Nacional de Planeación, & Ministerio de Relaciones Exteriores. (2021). *Tercer informe bienal de actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (BUR3)*. https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/17925

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019a). *Primer inventario indicativo nacional de emisiones de contaminantes criterio & carbono negro 2010 - 2014*. https://aqmx.org/sites/default/files/resources/INVENTARIO-BLACK-CARBON.pdf

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024a). *Monitoreo de la superficie de bosque y la deforestación en Colombia 2023. Resumen de resultados*. https://bart.ideam.gov.co/smbyc/Resultados%20Monitoreo%20de%20Bosques%20y%20Deforestacion/Resultados%20Monitoreo%20Bosque%20y%20Deforestacion%20-%202023.pdf

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024b). *Propuesta del nivel de referencia de las emisiones forestales de Colombia para el período 2023 - 2027 como mecanismo para optar al pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC*. https://redd.unfccc.int/media/colombia_submission_nref_2023_-_2027_vf.pdf

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025a). *Actualización de cifras de monitoreo de la superficie de bosque - Año 2024*. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2025-08-21/resumen_ejecutivo_cifra_defo_2024_smby_2.pdf?utm_source=chatgpt.com

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia, & Fundación Natura. (2024). *BTR1 Primer Informe Bienal de Transparencia de Colombia*. https://unfccc.int/documents/645256

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. In V. Masson-Delmonte, P. Zhai, A. Pirani, S. Connors, C. Péan, Y. Chen, L. Goldfarb, M. Gomis, J. B. Robin, S. Berger, M. Huang, O. Yelekci, R. Yu, B. Zhou, E. Lonnoy, T. Maycock, T. Waterfield, K. Leitzell, & N. Caud (Eds.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896.001

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. In S. Eggleston, L. Buendía, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe (Eds.), *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (Español, Vol. 4, 4). IGES. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html

Jiang, X., & Xie, F. (2024). Decomposition Analysis of Carbon Emission Drivers and Peaking Pathways for Key Sectors under China's Dual Carbon Goals: A Case Study of Jiangxi Province, China. *Sustainability*, *16*(13), 5811. https://doi.org/10.3390/SU16135811

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). *Resolución 355 de 2021. Por la cual se adopta el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del Sector Agropecuario, PIGCCS*. Diario Oficial No.

51.870. https://alphasig.metropol.gov.co/normograma/compilacion/docs/resolucion_minagricultura_0355_2021.htm

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2025a). *Análisis Prospectivo 2024*.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2025b). *Boletín Estadístico Forestal No. 11 - Julio 2025*. https://vuf.minagricultura.gov.co/Documents/5.%20Estadisticas%20Sector%20Forestal/11_BOLETIN_FORESTAL_DICIEMBRE_2024_WEB.pdf.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Decreto 1655 de 2017. Por medio del cual se adiciona al Libro 2, parte 2, Titulo 8, Capitulo 9 del Decreto 1076 de 2015, cinco nuevas secciones en el sentido de establecer la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Información Forestal, el Inventario Forestal Nacional y el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que hacen parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia, y se dictan otras disposiciones*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1655-de-2017/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Primer Informe de cumplimiento de hitos bajo la modalidad 1 de la Declaración Conjunta de Intención Renovada*. https://hac2-api.minambiente.gov.co/images/asuntos-internacionales/pdf/dci/INFORME_DCI_26082021.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024b). *Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026. Juntos para recuperar la naturaleza perdida*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/03/ENR_3022025.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2024). *Propuesta del nivel de referencia de las emisiones forestales de Colombia para el periodo 2023 - 2027 como mecanismo para optar al pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC*. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Cambio-Climatico---Nivel-de-Referencia-de-Emisiones-Forestales-y-tematicas-REDD

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2021). *Resolución No. 1066 de 2021. Por la cual se adopta el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático del Sector Comercio, Industria y Turismo (PIGCCS)*. Diario Oficial No. 51.833. https://www.mincit.gov.co/getattachment/f3deacd0-fcf2-45de-a536-048c899fefa9/Resolucion-1066-del-12-de-octubre-de-2021.aspx

Ministerio de Hacienda y crédito público. (2025). *Marco fiscal de mediano plazo 2025*. https://www.minhacienda.gov.co/politica-fiscal/documentos-planeacion-financiera/marco-fiscal-mediano-plazo/-/document_library/hnrd/view/2284557?_com_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_hnrd_redirect=https%3A%2F%2Fwww.minhacienda.gov.co%3A443%2Fpolitica-fiscal%2Fdocumentos-planeacion-financiera%2Fmarco-fiscal-mediano-plazo%3Fp_p_id%3Dcom_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_hnrd%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview&_com_liferay_document_library_web_portlet_DLPortlet_INSTANCE_hnrd_folderId=2284557

Ministerio de Minas y Energía. (2020). *Plan de acción Indicativo del PROURE 2022-2030*. https://www.upme.gov.co/simec/planeacion-energetica/proure/#plan_accion_indicativo

Ministerio de Minas y Energía. (2021). *Resolución 40350 de 2021. Por medio de la cual se modifica el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático para el Sector Minero Energético, adoptado a través de la Resolución número 40807 de 2018*. Diario Oficial No. 51.846. https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_minminas_40350_2021.htm

Ministerio de Transporte. (2026). Balance del Sector Tránsito y Transporte 2025. https://www.runt.gov.co/sites/default/files/documentos/Balance%20del%20Sector%20Tr%C3%A1nsito%20y%20Transporte%202025%20%281%29_0.pdf

Ministerio de Transporte. (2015). *Guía para la inclusión de la seguridad vial en instrumentos de planificación territorial en Colombia*. https://www.ansv.gov.co/escuela/fase2/on/ANSV_CTO_233_HTML01/index.html

Ministerio de Transporte. (2023). *Orientaciones de transporte para la formulación de los planes de desarrollo*

territoriales. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/SisPTOrientaciones/Orientaciones%20-%20Transporte.pdf

Ministerio de Transporte. (2025). *Balance del sector. Corte: 31 de diciembre de 2025*. https://www.runt.gov.co/sites/default/files/documentos/Balance%20del%20Sector%20Tr%C3%A1nsito%20y%20Transporte%202025%20%281%29_0.pdf

Murillo, J. M. (2026, January 14). *Ventas de vehículos eléctricos e híbridos cerraron 2025 con un notable crecimiento del 119%*. Portafolio. https://www.portafolio.co/negocios/vehiculo/ventas-de-vehiculos-electricos-e-hibridos-cerraron-2025-con-un-notable-crecimiento-del-486272

República de Colombia. (2020a). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020 - 2030*. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf

República de Colombia. (2025a). *Contribución Determinada a Nivel* Nacional *(NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones para la Vida*. https://unfccc.int/sites/default/files/2025-12/NDC%203.0%20Transformaciones%20para%20la%20Vida%20%28Colombia%29.pdf

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). (2025). *Informe nacional de disposición final de residuos sólidos en Colombia en el año 2024*. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/2025-12/Informe-Nacional-de-Disposicion-Final-de-Residuos-Solidos-en-Combia-2024.pdf

Tavakoli, A. (2017). How precisely "Kaya Identity" can estimate GHG emissions: A global review. *Jordan Journal of Earth and Environmental Science*, *8*(2). https://jjees.hu.edu.jo/files/Vol8N2/JJEES_Vol8_N2_P91-96.pdf

UNFCCC - CDM. (2012). *AMS-III.S: Introduction of low-emission vehicles/technologies to commercial vehicle fleets (Version 04.0)*. https://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/2O6QYCVZS5JB0IAPKFRW3D74H1X8MN

UNFCCC - CDM. (2017). *AM0120: Energy-efficient refrigerators and air-conditioners (Version 01.0)*. https://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/CDM_ACM9Z88WJ3PWUREPDRRTH2YT6NTETJ8O4

UNFCCC - CDM. (2018). *Tool 07: Tool to calculate the emission factor for an electricity system (Version 07.0)*. https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-07-v7.0.pdf

UNFCCC - CDM. (2022). *AMS-III.C: Emission reductions by electric and hybrid vehicles (Version 16.0)*. https://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/O74L1U9KACQDM3RVPZJE0FHW8I2NTB

Unidad de Planeación Minero Energética. (2025). *Boletín Estadístico 2020 - 2024 S1*. https://docs.upme.gov.co/SIMEC/Boletin-estadistico/Boletin_Estadistico_2020-2024_S1VF_Abril_VFD-07abr25.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética. (2024). *Actualización Plan Energético Nacional (PEN) 2022 - 2052*. https://www.upme.gov.co/simec/planeacion-energetica/plan-energetico-nacional-1/

Unidad de Planeación Minero Energética. (2025). *Plan Indicativo de* Expansión *de la generación 2025-2039*. https://docs.upme.gov.co/SIMEC/Energia%20Electrica/PIEG/2025-2039/Plan_Generacion_2025-2039.pdf

XM. (2026a, January 22). *En diciembre, la demanda de energía en Colombia aumentó 4.03 % en comparación con el mismo mes del año anterior*. https://www.xm.com.co/noticias/8664-en-diciembre-la-demanda-de-energia-en-colombia-aumento-403-en-comparacion-con-el

XM. (2026b, February 2). *En 2025, se declararon en operación comercial 40 proyectos de transmisión y 75 de generación*. https://www.xm.com.co/noticias/8712-en-2025-se-declararon-en-operacion-comercial-40-proyectos-de-transmision-y-75-de

8.4. Impactos del cambio climático y la adaptación

Acosta-Chaparro, A., Galeano-Galeano, R., Navas-Camacho, L., Sánchez-Valencia, A., Rojas-Aguirre, D., Gómez-López, D., Alonso. E., Arteaga, J., Franco, J., Saldarriaga, P., Obando-Madera, C., Pacheco, L., Espinosa-Diaz, J., Moreno, D., Sánchez-Núñez, D., Guerrero-Bedoya, J., Gómez-León, A., Zuleta-Correa, M., Rueda, A., ... Hernández-Narváez. (2023). Estado del conocimiento y vacíos de información. In *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2022*. https://www.invemar.org.co/documents/37438/104826/Informe+del+estado+de+los+ambientes+marinos+y+costeros+2022.pdf/86dfa486-5ec0-bfa5-2fb1-494174254829?t=1702910296710

Adger, W. N. (2003). Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change. *Economic Geography*, *79*(4), 387–404. https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2003.tb00220.x

Alfonso, M., Bagolle, A., Baptista, D., Bos, M. S., Fazekas, A., Schwartz, L., Vogt-Schilb, A., & Urquidi, M. (2023). *Hacia una transición justa en América Latina y el Caribe*. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0005216

Allaoua, Z. (2011). *Guide to Climate Change Adaptation in Cities*. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.

Arce-Plata, M. I., Norden, N., Burbano-Girón, J., Larocque, G., Díaz, M. C., Rodriguez-Buriticá, S., & Poisot, T. (2026). *Species' habitat change over twenty years in Colombia's tropical dry forests.* Ecological Indicators, 182, 114562.

Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. (2024). *Transición Energética Justa: Escenarios Colombia*. https://publications.iadb.org/es/escenarios-energeticos-de-transicion-para-colombia

Barrios, J. (2023). *Consolidación y análisis estadístico de series de datos para modelos de cambio climático* (M. y E. A.-I. P. C. T. Climática. F. N. – I. – P. Instituto de Hidrología, Ed.).

Benavides, H., & Ayala, L. (2025). Indicadores que manifiestan cambios en el sistema climático de Colombia (Años y décadas más calientes y las más y menos lluviosas). Nota Técnica IDEAM-METEO / 002-2025.

Carriazo, F., & López Plazas, M. A. (2023). La mancha urbana en Colombia sigue expandiéndose. *Divulgación Científica.*, *7*(13). https://repository.urosario.edu.co/items/bb87e5a8-2df1-44c8-82c1-25719a099263

Ceia-Hasse, A., Thomson, M. A., Noguera-Urbano, E. A., Carrillo-Restrepo, J. C., Cruz-Rodríguez, C. A., Correa-Ayram, C. A., & Rosa, I. M. D. (2024). *Primate extinction, the legacy of 40 years' road expansion in Colombia. Animal conservation* (2nd ed., Vol. 27, pp. 226–239).

Comisión Económica para América Latina y el Caribe & Banco Interamericano de Desarrollo. (2012). *Valoración de daños y pérdidas: ola invernal en Colombia 2010-201*. https://www.cepal.org/es/publicaciones/37958-valoracion-danos-perdidas-ola-invernal-colombia-2010-2011

Cogley, J. G., Hock, R., Rasmussen, L. A., Arendt, A. A., Bauder, A., Braithwaite, R. J., Jansson, P., Kaser, G., Möller, M., Nicholson, L., & Zemp, M. (2011). Glossary of glacier mass balance and related terms. *UNESCO-IHP-VII Technical Documents in Hydrology 86, IACS Contribution 2*. https://wgms.ch/downloads/Cogley_etal_2011.pdf

Comisión Europea, Ministerio de Transporte, & Universidad EAFIT. (2022). *Estrategia Nacional de Movilidad Activa con enfoque de género y diferencial - ENMA*. https://doi.org/10.2841/954501

Comisión Permanente del Pacífico Sur. (2007). *Convenios, acuerdos, protocolos, declaraciones, estatuto y reglamento de la CPPS*. CPPS. http://cinto.invemar.org.co/share/s/6nCVW2rYRhGwcH6JQF1bhg

Comisión Permanente del Pacífico Sur. (2023). Guía para el control de calidad de datos de temperatura y salinidad obtenidos en cruceros oceanográficos regionales (Versión 2). https://aquadocs.org/items/9e58b2e2-a690-4337-8501-68239055dd3e

Congreso de Colombia. (2012). Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 48411. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141

Congreso de Colombia. (2018). *Ley 1931 de 2018. Directrices para la gestión del cambio climático*. Diario Oficial No. 50.667. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765

Congreso de Colombia. (2021a). Ley 2099 de 2021. Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 51.731. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166326

Congreso de Colombia. (2021b). Ley 2169 de 2021. Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 51.896. https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/ley-2169-de-2021/

Congreso de Colombia. (2025). Ley 2466 de 2025. Por medio de la cual se modifica parcialmente normas laborales y se adopta una Reforma Laboral para el trabajo decente y digno en Colombia. Diario Oficial N. 53160.

Congreso de la República. (2021). Ley 2169 de 2021 Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones.

Congreso de la República. (2023). *Ley 2294 de 2023 "Por el cual se Expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022- 2026 Colombia Potencia Mundial de la Vida."* Diario Oficial No. 52.400. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2014). *CONPES 3819. Política Nacional para Consolidar el Sistema de Ciudades en Colombia* (Departamento Nacional de Planeación., Ed.). https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/conpes-3819-de-2014/

Conservación Internacional, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y el San Jorge (CVS), & Fundación Omacha. (2019). Proyecto de carbono azul Golfo de Morrosquillo "Vida Manglar." *CCB & VCS Project Description*.

Convención Marco sobre el Cambio Climático. (2011). Decisión 1/CP.16. Acuerdos de Cancún: resultado de la labor del Grupo de Trabajo Especial sobre la cooperación a largo plazo en el marco de la Convención. In *UNFCCC*. https://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/spa/07a01s.pdf

Copernicus Climate Change Service. (2018a). Sea level gridded data from satellite observations for the global ocean from 1993 to present. doi:10.24381/cds.4c328c78.

Copernicus Climate Change Service. (2018b). Sea level gridded data from satellite observations for the global ocean from 1993 to present. https://doi.org/10.24381/cds.4c328c78

Cortés Mora, J., & Perilla Palacios, N. (2021). *Adaptarse es cuestión de género. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*. https://fondoaccion.org/wp-content/uploads/2021/12/2111130-Adaptarse-es-cuestion-de-genero.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025). *Proyecciones de población municipal por área, 2018–2042*. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026a). *Boletín técnico. Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2025*. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/ECV/bol-ECV-2025.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026b). *Proyecciones de población. PIB Departamental*. Https://Www.Dane.Gov.Co/Index.Php/Estadisticas-Por-Tema/Cuentas-Nacionales/Cuentas-Nacionales-Departamentales.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2026c). *Proyecciones de población. PIB Departamental*. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, & CTNAIF. (2025). *Mesa de estandarización del concepto Incendio Forestal*. https://conceptos.dane.gov.co/conceptos/conceptos/6829/ficha/#:~:text=Corresponde%20a%20cualquier%20fuego%20de%20origen%20natural,que%20causa%20impactos%20ambientales%2C%20econ%C3%B3micos%20y/o%20sociales.

Departamento Nacional de Planeación. (2022). *CONPES 4080. Política pública de equidad de género para las mujeres: hacia el desarrollo sostenible del país*. https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/Conpes/Econ%C3%B3micos/4080.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2023a). *Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/imrc-indice-municipal-riesgo-desastres-ajustado-por-capacidades.pdf.

Departamento Nacional de Planeación. (2023b). *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. Colombia, Potencia Mundial de la Vida*. https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026

Departamento Nacional de Planeación. (2024a). *+Clima Transparencia para la acción climática. ¿Cómo hacer seguimiento a la acción climática de Colombia?* https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Brochure_MasClima_final_2024_12_03.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2024b). *Reporte Nacional Voluntario 2024*. https://hlpf.un.org/sites/default/files/vnrs/2024/VNR%202024%20Colombia%20Report.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2025a). *CONPES 4143. Política Nacional de Cuidado*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4143.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2025b). *Estrategia nacional de soluciones basadas en naturaleza (SbN)*. https://www.dnp.gov.co/LaEntidad_/subdireccion-general-prospectiva-desarrollo-nacional/direccion-ambiente-desarrollo-sostenible/Paginas/guia-de-variabilidad-climatica-en-sbn.aspx

Departamento Nacional de Planeación. (2025c). *Guía para gestionar fenómenos asociados a la variabilidad climática mediante soluciones basadas en la naturaleza (SbN)*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PublishingImages/La_Entidad/Directivos/Direccciones/ambiente-y-desarrollo-sostenible/SbN/Guia_SbN.pdf

Departamento Nacional de Planeación, Fondo Acción, & KPMG. (2020). Estrategia de fortalecimiento del sector empresarial en la gestión de riesgos climáticos para mantener la competitividad en los sectores de agua, agricultura, desarrollo urbano y financiero. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Estrategia-fortalecimiento-sector-Empresarial-en-riesgo-climatico.pdf

Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, & Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2016). *Plan nacional de adaptación al cambio climático. Líneas de acción prioritarias para la adaptación al cambio climático en Colombia*. Gobierno de Colombia. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/PNACC-2016-linea-accion-prioritarias.pdf

Dirección General Marítima. (2025). *Crucero regional conjunto de investigación oceanográfica en el Pacífico sudeste*. https://cecoldo.dimar.mil.co/web/crucero_cpps

Embury, O., Merchant, C., Good, S., Rayner, N., Høyer, J., Atkinson, C., & Donlon, C. (2024a). Satellite-based time-series of sea-surface temperature since 1980 for climate applications. *Scientific Data*, *11*, 326. https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41597-024-03147-w

Embury, O., Merchant, C., Good, S., Rayner, N., Høyer, J., Atkinson, C., & Donlon, C. (2024b). *Satellite-based time-series of sea-surface temperature since 1980 for climate applications*. Sci Data 11, 326. doi:10.1038/s41597-024-03147-w.

Farfán, J. (2020). Cuantificación de la Brecha de Financiación en Adaptación al Cambio Climático en Colombia. *Archivos de Economía-DNP*.

Flores, B. M., Montoya, E., Sakschewski, B., Nascimento, N., Staal, A., Betts, R. A., & Hirota, M. (2024). Critical transitions in the Amazon forest system. . *Nature*, *626*(7999), 555–564.

Flórez, A. (1992). *Los nevados de Colombia: glaciales y glaciaciones*. Instituto Geográfico Agustin Codazzi. https://biblioteca.igac.gov.co/janium/Documentos/Analisis%20Geogaficos%2022.pdf

Flórez, A. (2003). Colombia: evolución de sus relieves y modelados.

Francou, B., & Pouyaud, Bernard. (2004). Métodos de observación de glaciares en los Andes tropicales - Mediciones de terreno y procesamientos de datos. In *Glacioclim*. Glacioclim. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-08/010039443.pdf

Giraldo. (2025). Diseño y elaboración de los lineamientos técnicos y metodológicos para el seguimiento y reporte de los PIGCCT.

Gobierno de Colombia. (2021). *E2050 Colombia, Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/estrategia-2050/

Hernández-Narváez, D. M., Vega-Cabrera, A. M., Zamora-Bornachera, A. P., & Sierra-Correa, P. C. (2019). El cambio climático y los impactos socioeconómicos sobre la zona costera e insular colombiana. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*.

Iniciativa Climática Internacional (IKI), Proyecto Interfaz IKI, & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2025a). *Análisis de la oferta de formación en empleos verdes para apoyar la transición energética justa en Colombia*. https://ikicolombia.com/biblioteca/analisis-de-la-oferta-de-formacion-en-empleos-verdes-para-apoyar-la-transicion-energetica-justa-en-colombia/

Iniciativa Climática Internacional (IKI), Proyecto Interfaz IKI, & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2025b). *Análisis de las figuras asociativas para viabilizar proyectos de energía con participación pública, comunitaria y del sector privado en Colombia*. https://ikicolombia.com/biblioteca/analisis-de-las-figuras-asociativas-para-viabilizar-proyectos-de-energia-con-participacion-publica-comunitaria-y-del-sector-privado-en-colombia/

Iniciativa Climática Internacional (IKI), Proyecto Interfaz IKI, & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2025c). *Análisis entre la relación naturaleza y comunidades energéticas*. www.giz.de/en

Iniciativa Climática Internacional (IKI), Proyecto Interfaz IKI, & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2025d). *Hoja de Ruta para la vinculación del sector financiero en las Comunidades Energéticas en Colombia*.

Iniciativa Climática Internacional (IKI), Proyecto Interfaz IKI, & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2025e). *Propuesta de criterios de implementación de comunidades energéticas con un enfoque social, ambiental, económico y energético*. https://ikicolombia.com/biblioteca/propuesta-de-criterios-de-implementacion-de-comunidades-energeticas-con-un-enfoque-social-ambiental-economico-y-energetico/

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (IDEAM). (2024). Escenarios de Cambio Climático para Colombia: proyecciones climáticas al 2100 (Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático). IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/noticia/el-ideam-presenta-nuevas-proyecciones-climaticas-para-colombia-escenarios-de-cambio-climatico-al

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). *Estudio Nacional del Agua 2010*. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/2810

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2023). *Estudio Nacional del Agua 2022*. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/publicacion-jue-23032023-1200

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2025). *Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables 2024*. https://storymaps.arcgis.com/stories/a6dada0ace634f38834820e848d84b6b

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Fondo Acción, & Universidad Nacional de Colombia. (2020). *Marco conceptual del Sistema Integrador de Información de Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación (SIIVRA)*. http://siivra.ideam.gov.co/marco-conceptual

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, & Fundación Natura. (2024). *BTR1 Primer Informe Bienal de Transparencia de Colombia*. https://unfccc.int/documents/645256

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación, & Ministerio de Relaciones Exteriores. (2017). *Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC)*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, FMAM. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RESUMEN%20EJECUTIVO%20TCNCC%20COLOMBIA%20A%20LA%20CMNUCC%202017.pdf

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, & Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2023). *Guía Metodológica para Calificar el Potencial de Sostenibilidad de Ciudades en Colombia*. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-10-15/guia_ciudades_sostenibles_2023_1.pdf

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2023). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia 2022*. INVEMAR. https://portal.invemar.org.co/documents/235216/0/IER+2022+Preliminar.pdf/81e03162-282b-42fc-ad78-cdfb89d076d5

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2024). *Informe del Estado de los ecosistemas marino-costeros* (Serie de Publicaciones Periódicas No. 3). https://www.invemar.org.co/documents/37438/104826/IERMC_2023.pdf/6cfc07ac-f145-6725-cc26-99b26cfd00f5?t=1711138121692

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, & Conservación Internacional. (2022). Estimación de existencias de carbono azul en la Ciénaga de Mallorquín, departamento del Atlántico.

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, & Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, P. y S. C. (2022). *Estimación de las existencias de carbono azul en ecosistema de manglar del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). Anexo I: Glosario. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza (J. B. R. Matthews, Ed.). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (H.-O. Pörtner et al., Ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Internal Displacement Monitoring Centre. (2024). *Global report on internal displacement 2024*. https://api.internal-displacement.org/sites/default/files/publications/documents/IDMC-GRID-2024-Global-Report-on-Internal-Displacement.pdf

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2022). *Sistema de Monitoreo de la Erosión Costera y Medidas de Adaptación basadas en Ecosistemas*. https://mabe-invemar.hub.arcgis.com/

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2023). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros de Colombia 2023.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. doi: https://doi.org/10.1017/9781009157964.

Klostermann, J., van de Sandt, K., Harley, M., Hildén, M., Leiter, T., van Minnen, J., Pieterse, N., & van Bree, L. (2018). Towards a framework to assess, compare and develop monitoring and evaluation of climate change adaptation in Europe. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *23*(2), 187–209. https://doi.org/10.1007/s11027-015-9678-4

Leiter, T. (2017). The Adaptation M&E Navigator: A Decision Support Tool for the Selection of Suitable Approaches to Monitor and Evaluate Adaptation to Climate Change. In *Evaluating Climate Change Action for Sustainable Development* (pp. 327–341). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43702-6_18

Lesnikowski, A., Ford, J., Berrang-Ford, L., Barrera, M., & Heymann, J. (2015). How are we adapting to climate change? A global assessment. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *20*(2), 277–293. https://doi.org/10.1007/s11027-013-9491-x

Miller, A. J., Cayan, D. R., Barnett, T. P., Graham, N. E., & Oberhuber, J. M. (1994). The 1976-77 Climate Shift of the Pacific Ocean. *Oceanography*, *7*(1), 21–26. http://www.jstor.org/stable/43925525

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Guía metodológica 2: Procedimiento de legalización de asentamientos humanos*. Serie Desarrollo Urbano.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2021). *Índice Calidad Ambiental Urbana - ICAU*. https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-ambiental-urbana/indice-calidad-ambiental-urbana

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (n.d.). *Herramienta para la acción climática - HAC*. Retrieved July 18, 2026, from https://accionclimatica.minambiente.gov.co/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Política para la gestión sostenible del suelo*. https://www.andi.com.co/Uploads/Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_sostenible_del_suelo_FINAL.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política Nacional de Cambio Climático*. MINAMBIANTE. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/9.-Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Guía de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas en Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Cuadernos sobre Ciudades Sostenibles 2. Diálogos para una Gestión Ambiental Urbana Integral*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/12/Cuadernos-sobre-Ciudades-Sostenibles-2-vf.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023a). *Consideraciones de cambio climático para el ordenamiento territorial*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/05/Consideraciones-Cambio-Climatico-para-el-Ordenamiento-Territorial-ISBN.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023b). *Informe de gestión comunidades Indígenas*. https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/informe-de-gestion-2023-comunidad-indigena/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Programa Ciudades Biodiversas y Resilientes (CBR)*. (Gobierno de Colombia., Ed.). https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/08/Documento-Programa-Ciudades-Biodiversas-y-Resilientes-CBR.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023c). Proyecto del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Por la cual se crea el Comité Sectorial de Asuntos Poblacionales, Diferenciales y de Género, y se dictan otras disposiciones. https://vlex.com.co/vid/proyecto-ministerio-ambiente-desarrollo-934737573

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024a). Decreto 1275 de 2024. Por el cual se establecen las normas requeridas para el funcionamiento de los territorios indígenas en materia ambiental y el desarrollo de las competencias ambientales de las autoridades indígenas y su coordinación efectiva con las demás autoridades y/o entidades. Diario Oficial No. 52910. https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1275-de-2024/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024b). *Protocolo de definición y solicitud de información climática Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC)*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/10/3.-Definicion-y-solicitud-de-informacio%CC%81n-clima%CC%81tica-SNICC.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025). *Política de Gestión Ambiental Urbana 2025–2035*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/11/DOC-PGAU-2025_2035_APROBADO.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas, & ProNDC Apoyo al cumplimiento de las metas climáticas de Colombia por parte de la cooperación Técnica Alemana para el Desarrollo. (2023a). *Plan de Acción de Género y Cambio Climático de Colombia*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/02/PAGCC-DE-COLOMBIA_VF.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas, & ProNDC Apoyo al cumplimiento de las metas climáticas de Colombia por parte de la cooperación Técnica Alemana para el Desarrollo. (2023b). *Visión de País de Género y Cambio Climático de Colombia*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidad para el Desarrollo -PNUD-, & Anthesis Lavola. (2020). *Diagnósticos, propuestas de abordaje y recomendaciones para la inclusión de la transición justa de la fuerza laboral como parte de la Estrategia 2050 de desarrollo bajo en emisiones y resiliente al clima de Colombia*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/10/Documento-final-Recomendaciones-Transicio%CC%81n-Justa-2050-29.12.2020-VF.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. (2026). Hoja de ruta para la construcción de la política pública de desplazamiento interno asociado a desastres y eventos de evolución lenta.

Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2021). *Estrategia Nacional de Protección Financiera del Riesgo de Desastres, Epidemias y Pandemias 2.0*. https://www.minhacienda.gov.co/documents/20119/640797/Circular_Externa_030_octubre_29_2021_Estrategia%2BProtecci%C3%B3n%2BFinanciera.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2024a). *Desafíos: Oportunidades y desafíos socioambientales de la Transición Energética Justa*. https://minenergia.gov.co/documents/12636/Desafios-TEJ-2024.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2024b). *Diagnóstico base para la transición energética justa*. https://www.minenergia.gov.co/documents/12591/DIAGN%C3%93STICO_BASE_PARA_LA_TRANSICI%C3%93N_ENERG%C3%89TICA_JUSTA_-_2024.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2024c). *Diálogos: Sistematización de los diálogos sociales nacionales*. https://www.minenergia.gov.co/documents/12384/Dialogos-TEJ-2024.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2025). *Hoja de Ruta para la Transición Energética Justa de Colombia*. https://minenergia.gov.co/documents/13272/Hoja_de_ruta_transicion_energetica_justa_TEJ_2025.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2026). *Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del Sector Salud y Protección Social*. https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/pigccs-salud-2026-20235-bm.pdf

Muñoz, C. J., Noguera-Urbano, E. A., Cruz-Rodríguez, C., & Torres-Morales, G. E. (2023). Refugios climáticos. Especies de plantas útiles resilientes. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (Ed.), *Biodiversidad: umbrales de transformación. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia.*

Murillo-Sandoval, P. J., Clerici, N., & Correa-Ayram, C. (2022). Rapid loss in landscape connectivity after the peace agreement in the Andes-Amazon region. *Global Ecology and Conservation*, *38*(e02205).

Naciones Unidas. (2023). Declaración de Belém. IV reunión de presidentes de los estados partes del tratado de cooperación amazónica. https://otca.org/wp-content/uploads/2021/09/Declaracion-de-Belem.pdf

Noguera-Urbano, E. A., Cruz, C., Olaya-Rodríguez, M. H., Hernández-Manrrique, O. L., Tibavija, R., Fernández, P., & Rodriguez Castañeda, C. (2020). Escenarios de cambio climático. *Biodiversidad 2020. Estado y Tendencias de La Biodiversidad Continental de Colombia*. 112.

Noguera-Urbano, E. A., Muñoz, C. J., Cruz-Rodríguez, C. A., Suarez Valencia, E., Zapata, C. A., González, I., Marin, A., Moreno, L. A., Mora, L. M., Herrera, D. A., Hawthorne, B., Ochoa, J. M., & Suárez-Castro, A. F. (2023a). *Developing an integrated species distribution modelling system to identify complementary conservation areas in Colombia. (Technical report, Grant NGS-86896T-21).*

Noguera-Urbano, E. A., Muñoz, C. J., Cruz-Rodríguez, C. A., Suarez Valencia, E., Zapata, C. A., González, I., Marin, A., Moreno, L. A., Mora, L. M., Herrera, D. A., Hawthorne, B., Ochoa, J. M., & Suárez-Castro, A. F. (2023b). *Developing an integrated species distribution modelling system to identify complementary conservation areas in Colombia. (Technical report, Grant NGS-86896T-21).* https://proyectos.humboldt.org.co/cambioclimatico/en/developing-an-integrated-species-distribution-modelling-system-to-identify-complementary-conservation-areas-in-colombia/

Noguera-Urbano, E. A., & Suarez-Castro, A. F. (2022). El cambio climático podría extinguir las plumas del país. In Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (Ed.), *Biodiversidad 2021. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*.

Noguera-Urbano E.A., & Cruz-Rodríguez, C. A. (2021). Especies endémicas cada vez más endémicas: conservación y cambio climático. In *Biodiversidad 2022. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Núñez Ramírez, S. (2021). *Herramienta para la gestión de los riesgos climáticos en el sector empresarial*. https://fondoaccion.org/wp-content/uploads/2021/09/Herramienta-para-la-gestion-de-los-riesgos-climaticos-en-el-sector-empresarial.pdf

Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios. (2024). *Colombia: Afectación por inundaciones de gran magnitud (ola invernal). Entre mediados de octubre y noviembre de 2024*. https://www.unocha.org/publications/report/colombia/colombia-afectacion-por-inundaciones-de-gran-magnitud-ola-invernal-entre-mediados-de-octubre-y-noviembre-de-2024-publicacion-25-de-noviembre-de-2024

ONU-Habitat. (2024a). *Urban content of NDCs: Local climate action explored through in-depth country analyses*. https://unhabitat.org/urban-content-of-ndcs-local-climate-action-explored-through-in-depth-country-analyses-2024-report

ONU-Habitat. (2024b). *World Cities Report 2024: Cities and Climate Action*. https://unhabitat.org/world-cities-report-2024-cities-and-climate-action

Organização do Tratado de Cooperação Amazônica. (2023). RES/XIV MRE-OTCA/07 (Mecanismo amazónico de los pueblos indígenas y foro de pueblos indígenas y comunidades locales y tradicionales). https://ocid.ibict.br/omeka/s/ocid/item/24343

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2024). *La transición justa desde las empresas en la Guajira y el Cesar*. https://www.ilo.org/es/media/435081/download

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2025). *Hacia una Transición Justa en La Guajira y el Cesar, Perspectiva Laboral y Sindical*. https://www.ilo.org/sites/default/files/2026-01/Documento%20de%20Postura%20Transici%C3%B3n%20Justa%20en%20La%20Guajira%20y%20el%20Cesar%20perspectiva%20sindical.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2023). *Transición verde y formalización laboral en Colombia*.

https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2023/01/transicion-verde-y-formalizacion-laboral-en-colombia_0cbba217/54d4ed8f-es.pdf

Owen, G. (2020). What makes climate change adaptation effective? A systematic review of the literature. *Global Environmental Change*, *62*, 102071. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102071

Pabón Caicedo, J. D. (2003). El cambio climático global y su manifestación en Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, *12*(1–2), 111–119. https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/10277

Parques Nacionales Naturales. (2026). Primer informe: Evaluación de daños, pérdidas y análisis de necesidades ambientales post-desastre continental EDANA-C.

Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R. G., Anderson, R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., & Araújo, M. B. (2011). *Ecological niches and geographic distributions* (Princeton University press., Ed.). Princeton University Press. https://www.jstor.org/stable/j.ctt7stnh

Phillips, S. J., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, *31*(2), 161–175. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x

R Core Team. (2026). R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*. https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/fullrefman.pdf

República de Colombia. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia 2020 - 2030*. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf

República de Colombia. (2024). Decreto 1372 de 2024, por el cual se declara la situación de desastre en todo el territorio nacional.

República de Colombia. (2025a). *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones para la Vida*. https://unfccc.int/sites/default/files/2025-12/NDC%203.0%20Transformaciones%20para%20la%20Vida%20%28Colombia%29.pdf

República de Colombia. (2025b). Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones para la Vida.

República de Colombia. (2025c). *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones para la Vida*. https://unfccc.int/sites/default/files/2025-12/NDC%203.0%20Transformaciones%20para%20la%20Vida%20%28Colombia%29.pdf

República de Colombia, & Países Bajos. (2026, April). Co-host takeaways on the First Conference on Transitioning Away from Fossil Fuels.

Rivera, A., Bown, F., Napoleoni, F., Muñoz, C., & Vüille, M. (2016). Balance de masa glaciar. *Revista de Geografía Norte Grande*, (65), 203. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000300013

Ruiz, J. F., Melo, J., Herrera, S., Fonseca, E., & Vega, A. (2023). Cálculo de indicadores (evidencias) de cambio climático para Colombia 1981-2020 con el uso de Inqc, Climatol y Climpact (Metodología actualizada de RClimdex). Nota Técnica IDEAM-METEO / 004-2023. https://bart.ideam.gov.co/meteorologia/NOTAS_TECNICAS/NT_IDEAM-2023-004_INDICADORES_CLIMPACT_CLIMATOL.pdf.

Ruiz, J. F., Melo, J., Herrera, S., & Vega, A. (2023). Tendencias de cambio climático para la temperatura del aire y la precipitación en Colombia durante el período 1981-2020 como aporte a la Cuarta Comunicación Nacional sobre cambio climático usando Climatol. Nota Técnica IDEAM-METEO / 003-2023. https://bart.ideam.gov.co/meteorologia/NOTAS_TECNICAS/NT_IDEAM-2023-003_TENDENCIAS_CC_1981-2020.pdf.

Salamanca García, J. A., Sánchez López, R., Otero García, J., Franco León, N., & Gama Beltrán. (2026). *Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por desertificación en Colombia 2025*. https://www.giz.de/en/worldwide/132404.html

Salehi, S., Ardalan, A., Garmaroudi, G., Ostadtaghizadeh, A., Rahimiforoushani, A., & Zareiyan, A. (2019). Climate change adaptation: a systematic review on domains and indicators. *Natural Hazards*, *96*(1), 521–550. https://doi.org/10.1007/s11069-018-3551-1

Schipper, A. M., Hilbers, J. P., Meijer, J. R., Antão, L. H., Benítez-López, A., de Jonge, M. M., & Huijbregts, M. A. (2020). *Projecting terrestrial biodiversity intactness with GLOBIO 4* (2nd ed., Vol. 26). Global change biology.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2009). Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change (Technical Series No. 41). https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-41-en.pdf

Serna Mosquera, L., Aldana Rivera, S., & Bedoya Horta, F. (2024). *Pérdidas y daños por crisis climática en Colombia. Primeros pasos para abordarlos*. Fundación Heinrich Böll. http://co.boell.org

Servicio Público de Empleo. (2025). *Estrategia de Enverdecimiento del Servicio Público de Empleo*. https://www.serviciodeempleo.gov.co/blog/2025/04/01/estrategia-de-enverdecimiento-del-spe/

Smit, B., & Pilifosova, O. (2001). Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity. In Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the IPCC (pp. 877–912). Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/wg2TARchap18.pdf

Thulstrup, A. W. (2015). Livelihood Resilience and Adaptive Capacity: Tracing Changes in Household Access to Capital in Central Vietnam. *World Development*, *74*, 352–362. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.019

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres & Departamento Nacional de Planeación. (2025). *Estrategia nacional de Recuperación Resiliente y Adaptada al Cambio Climático con Enfoque Comunitario* (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD., Ed.).

UN-Habitat. (2024). Urban Content of NDCs local climate action explored through in depth country analyses 2024 report.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2024). *Mapa de la frontera agrícola nacional*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. https://sipra. upra.gov.co/nacional

United Nations. (2015a). *Decision 1/CP.21 Adoption of the Paris Agreement*. https://unfccc.int/files/home/application/pdf/decision1cp21.pdf

United Nations. (2015b). Paris Agreement. *UNFCCC*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/english_paris_agreement.pdf

United Nations. (2019). Decision 18/CMA.1. Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement. 18–52. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CMA2018_03a02E.pdf

United Nations. (2024). *Decision-/CP.29. Gender and climate change*. https://unfccc.int/topics/gender/workstreams/gender-

United Nations. (2025). *Belém gender action plan COP 30*. https://unfccc.int/gender/final-review

United Nations Environment Assembly. (2022). *Nature-based solutions for supporting sustainable development (Resolución UNEP/EA.5/Res.5)*. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/39864

Van Wyk de Vries, M., Carchipulla-Morales, D., Wickert, A. D., & Minaya, V. G. (2022). Glacier thickness and ice volume of the Northern Andes. *Scientific Data*, *9*(1), 342. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01446-8

Vega-Cabrera, A., A. Zamora, C., & García. (2025). Insumos técnicos sobre adaptación al cambio climático en zonas costeras, insulares y oceánicas. INVEMAR.

Velásquez, E., Lavelle, P., & Andrade, M. (2007). GISQ, a multifunctional indicator of soil quality. *Soil Biology and Biochemistry*, *39*(12), 3066–3080. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.06.013

Veneros, J., Hansen, A. J., Jantz, P., Roberts, D., Noguera-Urbano, E., & García, L. (2025). Analysis of changes in temperature and precipitation in South American countries and ecoregions: Comparison between reference conditions and three representative concentration pathways for 2050. (4th ed., Vol. 11). https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(25)00839-4.

World Food Programme. (2025). *Boletines informativos del Proyecto Binacional de Adaptación Colombia-Ecuador*. https://es.wfp.org/publicaciones/boletines-informativos-del-proyecto-binacional-de-adaptacion-colombia-ecuador

World Resources Institute. (2024). Perspectivas de los gobiernos subnacionales de Colombia para la actualización de la NDC 3.0.

World Meteorological Organization. (2017). *WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals*. World Meteorological Organization (WMO). https://library.wmo.int/records/item/55797

8.5. Información sobre el apoyo en forma de financiación, desarrollo y transferencia de tecnología y fomento de la capacidad requerido y recibido

Departamento Nacional de Planeación, & Banco Interamericano de Desarrollo. (2025). *Guía metodológica del Sistema MRV de Financiamiento Climático en Colombia*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PublishingImages/La_Entidad/Directivos/Direccciones/ambiente-y-desarrollo-sostenible/Financiamiento-Climatico/MRV/guia_metodologica_mrv_financimiento_climatico_2025.pdf

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2013). *Definiciones unificadas para la elaboración de documentos, manuales, guías, instructivos y presentaciones (Versión 2)*.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2025). *Documento de Tipología de Proyectos de carácter científico, Tecnológico o de Innovación Versión 8*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/tipologia_de_proyectos_version_8.pdf

United Nations Environment Programme Copenhagen Climate Centre (UNEP-CCC) and Climate Technology Centre and Network (CTCN). (2024a). *Climate Technology Progress Report 2024: Unleashing Renewable Energy for Ambitious NDCs*. https://www.unep.org/resources/report/climate-technology-progress-report-unleashing-renewable-energy-ambitious-ndcs

United Nations Environment Programme Copenhagen Climate Centre (UNEP-CCC) and Climate Technology Centre and Network (CTCN). (2024b). *Climate Technology Progress Report 2024: Unleashing Renewable Energy for Ambitious NDCs., Copenhagen, Denmark.*

8.6. Acción para el empoderamiento climático

Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. A/RES/69/283*. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de la República de Colombia*. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (LC/PUB.2018/8/Rev.1)*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43595/S2200798_es.pdf

Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial 48411. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141

Congreso de Colombia. (2021). *Ley 2169 de 2021. Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia*

de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 51.896. https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/ley-2169-de-2021/

Congreso de Colombia. (2024). *Ley 2427 de 2024. Por medio de la cual se establece la capacitación, la profundización y la enseñanza para la sostenibilidad ambiental, cambio climático y gestión del riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones.* https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=250916

Congreso de la República. (1993a). *Ley 99 de 1993*.

Congreso de la República. (1993b). *Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 41146. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297

Congreso de la República. (1994a). *Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la ley general de educación*. Diario Oficial No. 41.214. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Congreso de la República. (1994b). *Ley 134 de 1994. Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana*. Diario Oficial 41373. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=330

Congreso de la República. (1998). *Ley 489 de 1998. Por la cual se dictan normas sobre la organización y funcionamiento de las entidades del orden nacional, se expiden las disposiciones, principios y reglas generales para el ejercicio de las atribuciones previstas en los numerales 15 y 16 del artículo 189 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 43.464. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=186

Congreso de la República. (2012). *Ley 1532 de 2012. Por medio de la cual se adoptan unas medidas de política y se regula el funcionamiento del Programa Familias en Acción*. Diario Oficial No. 48454. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47730

Congreso de la República. (2014). *Ley 1712 de 2014 "Por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones."* https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56882

Congreso de la República. (2015). *Ley 1757 de 2015. Por la cual se dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la participación democrática*. Diario Oficial 49565. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65335

Congreso de la República de Colombia. (2018). *Ley 1931 de 2018. Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático*. Diario Oficial No. 50.667. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765

Departamento Nacional de Planeación. (2021). *Decreto 1893 de 2021. Por el cual se modifica la estructura del Departamento Nacional de Planeación*. Diario Oficial No. 51.903. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=175906

Departamento Nacional de Planeación. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. Colombia, Potencia Mundial de la Vida*. https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026

Departamento Nacional de Planeación. (2025). *Conpes 4143. Política Nacional de Cuidado*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4143.pdf

Fondo Acción. (2023). *Colombia: nuestras acciones por un ambiente sano*. https://fondoaccion.org/wp-content/uploads/2023/03/Colombia-nuestras-acciones-por-un-ambien-

Fondo Acción. (2024). *Cambio climático y niñez. Una mirada desde Colombia y la experiencia de Fondo Acción*. (Fondo Acción, Ed.). https://fondoaccion.org/wp-content/uploads/2022/04/Cambio-Climatico-y-ninez.pdf

Gobierno de Colombia. (2016). *Decreto 298 de 2016. Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras*

disposiciones. Diario Oficial No. 49.796. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=68173

Gobierno de Colombia. (2017). *Ley 1844 de 2017. Por medio de la cual se aprueba el "Acuerdo de París", adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia*. Diario Oficial No. 50.294. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1844_2017.html

Gobierno de Colombia. (2021). *E2050 Colombia, Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/estrategia-2050/

Gobierno de Colombia. (2026). *Propuesta de acciones prioritarias para la implementación en Colombia de los artículos 3 al 10 del Acuerdo de Escazú*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2026/01/AccionesPrioritariasEscazu_V_ConsultaPu%CC%81blica_19_01_26.pdf

Gobierno de Colombia, Cancillería, Minambiente, & DNP. (2021). *Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Estrategia Nacional de Educación, Formación Y Sensibilización de Públicos Sobre Cambio Climático República de Colombia*.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (2024). *Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, Fundación Natura y Proyecto GEF-CBIT "Transparencia Climática Colombia."* https://ideamcol-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/estudios_ideam_gov_co/EQ5y55p6RmBKmTuLxYCbBEMBVcjsM7woJtzfYskTNgiCPw?e=1jUgXP

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010a). *Estrategia nacional de educación, formación y sensibilización de públicos sobre cambio climático*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Estrategia-Nacional-de-Educacion.pdf

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010b). *Estrategia nacional de educación, formación y sensibilización de públicos sobre cambio climático*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Estrategia-Nacional-de-Educacion.pdf

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación, & Ministerio de Relaciones Exteriores. (2017). *Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC)*. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, FMAM. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RESUMEN%20EJECUTIVO%20TCNCC%20COLOMBIA%20A%20LA%20CMNUCC%202017.pdf

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis, INVEMAR. (2025). *Informe de gestión institucional 2024*. https://portal.invemar.org.co/documents/10182/306101/Informe_Gestion_Institucional2024_conAnexos.pdf

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis, INVEMAR. (2026). *Informe de gestión institucional 2025*. https://www.invemar.org.co/documents/37438/102678/Informe+de+Gesti%C3%B3n+Institucional+2025.pdf/ef7c6e36-3070-2ff5-3011-527df6e73216?t=1774383368817

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, & Ministerio de Educación Nacional. (2003). *Política Nacional de Educación Ambiental*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-Nacional-Educacion-Ambiental.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política Nacional de Cambio Climático*. MINAMBIANTE. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/9.-Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022a). *Resolución 0849 de 2022. Por medio de la cual se establece la Guía para la formulación e implementación de los Planes Integrales de*

Gestión del Cambio Climático Territoriales - PIGCCT. https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/resolucion-0849-de-2022/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022b). *Resolución 0849 "Por medio de la cual se establece la Guía para la formulación e implementación de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales - PIGCCT."*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono Resiliente al Clima - ECDBC*. https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/estrategia-colombiana-de-desarrollo-bajo-en-carbono-ecdbc/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2026). *Resultados del Proceso de Participación de la Actualización de la Política Nacional de Educación Ambiental*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). (2021). *Guía para la integración de enfoque de género en proyectos, programas, planes y políticas en desarrollo industrial sostenible.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). (2025a). *Convenios y procesos de formación adelantados por la Subdirección de Educación y Participación*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). (2025b). *Estrategia de acompañamiento de Educación Ambiental para el SINA*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). (2025c). *Informe de avances de asistencias técnicas en educación ambiental- SINA*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) Programa de las Naciones Unidad para el Desarrollo -PNUD / Casas, J. A. y P. P. E. (2021). *Guía para la integración de enfoque de género en proyectos, programas, planes y políticas del Sector transporte*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) y Ministerio de Educación Nacional. (2026). *Consideraciones para la actualización de la política nacional de educación ambiental ministerio de ambiente y desarrollo sostenible ministerio de educación nacional*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Ministerio de Educación Nacional. (2026a). *Consideraciones para la actualización de la política nacional de educación ambiental ministerio de ambiente y desarrollo sostenible ministerio de educación nacional.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Ministerio de Educación Nacional. (2026b). *Política Nacional de Educación Ambiental. Segunda edición*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-429363_recurso_01.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2020). *Género y Cambio Climático: Programa de fortalecimiento de capacidades para la integración del enfoque de género en la gestión del cambio climático*.

Ministerio de Educación Nacional. (2023). *Directiva Ministerial 03 de 2023, Desarrollo del Programa de Tutorías para el Aprendizaje y la Formación Integral PTA FI 3.0*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-400474_recurso_74.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2025). *Lineamientos de Política. Escuela, territorio de vida: Política de Gestión Integral del Riesgo Escolar y Educación en Emergencias*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-423963_recurso_95.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2026). *Lineamientos Curriculares para la Formación Integral en Educación Inicial Básica y Media. Un viaje curricular: rutas para la transformación del ser y el saber*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-339975_recurso_12.pdf

Ministerio de Educación Nacional, & Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2025). *Informe de sistematización de la Encuesta: Acciones de Educación Ambiental en Instituciones de Educación Superior (IES)*. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-425389_recurso_2.pdf

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2014). *Convenio Núm. 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.*

Presidencia de la República. (2025). *Decreto 0481 de 2025 "Por el cual se reconoce y establece el Sistema Educativo indígena Propio - SEIP- de los pueblos y comunidades indígenas de*

Colombia, como Política Pública de Estado y se dictan otras disposiciones." https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=259756

República de Colombia. (2025). *Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones para la Vida*. https://unfccc.int/sites/default/files/2025-12/NDC%203.0%20Transformaciones%20para%20la%20Vida%20%28Colombia%29.pdf

Sentencia STC4360-2018 (April 5, 2018). https://cortesuprema.gov.co/corte/wp-content/uploads/2018/04/STC4360-2018-2018-00319-011.pdf

Sentencia SU123/18 (2018). https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2018/su123-18.htm

Sentencia T-162 de 2023 (2023). https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=153663

Sentencia T-189 de 2025 (2025). https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2025/t-189-25.htm

Sentencia T-411 de 1992 (June 17, 1992). https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1992/t-411-92.htm

Sentencia T-622 de 2016 (October 1, 2016). https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2016/t-622-16.htm

UN CC:Learn. (2024). *National climate change learning strategies: A guidebook for developing and implementing national strategies*. (United Nations Institute for Training and Research (UNITAR)., Ed.).

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. (UNESCO, Ed.). https://doi.org/https://doi.org/10.54675/ASRB4722

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, & United Nations Framework Convention on Climate Change. (2016). *Action for climate empowerment "Guidelines for accelerating solutions through education, training and public awareness* .

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2019). *Country progress on climate change education, training and public awareness: An analysis of country submissions under the United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNESCO, Ed.).

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, & United Nations Framework Convention on Climate Change. (2016a). *Action for Climate Empowerment: Guidelines for accelerating solutions through education, training and public awareness*. UNESCO & UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/action_for_climate_empowerment_guidelines.pdf

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, & United Nations Framework Convention on Climate Change. (2016b). *Action for Climate Empowerment: Guidelines for accelerating solutions through education, training and public awareness*. UNESCO & UNFCCC.

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2022). *Decision 23/CP.27 and Decision 22/CMA.4. Action plan under the Glasgow work programme on Action for Climate Empowerment*. UNFCCC.

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2025). *Synthesis report on progress in implementing the Glasgow work programme on Action for Climate Empowerment*. (UNFCCC Secretariat, Ed.).

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2026). *Integration of Action for Climate Empowerment into relevant reports and communications submitted by Parties (FCCC/SBI/2026/2)*. UNFCCC.

World Wildlife Fund (WWF Colombia). (2024, August 9). *El aporte de los pueblos indígenas al país es invaluable*. https://www.wwf.org.co/?364960/El-aporte-de-los-pueblos-indigenas-al-pais-es-invaluable

8.7. Investigación y observación sistemática

Alongi, D. M. (2018). Blue carbon: Coastal sequestration for climate change mitigation. Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91698-9

Arce-Plata, M. I., Norden, N., Burbano-Girón, J., Larocque, G., Díaz, M. C., Rodríguez-Buriticá, S., Corzo, G., & Poisot, T. (2026). Species' habitat change over twenty years in Colombia's tropical dry forests. Ecological Indicators, 182, 114562. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.114562

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2026). Monitoreo: Seguimiento a la calidad y cantidad del agua superficial en las estaciones sobre el río Aburrá – Medellín y quebradas afluentes. https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Paginas/aguas-superficiales/monitoreo.aspx

Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de la República de Colombia. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2020). Estrategia integral de seguimiento de licencias ambientales 2020–2030. https://www.anla.gov.co/images/entidad/ses/26-02-2021-anla-estrategia-de-seguimiento.pdf

Babini, D. (2019). La comunicación científica en América Latina es abierta, colaborativa y no comercial. Desafíos para las revistas. Palabra Clave (La Plata), 8(2), e065. https://doi.org/10.24215/18539912e065

Bindoff, N. L., Cheung, W. W. L., Kairo, J. G., Arístegui, J., Guinder, V. A., Hallberg, R., Hilmi, N., Jiao, N., Karim, M. S., Levin, L., O'Donoghue, S., Purca Cuicapusa, S. R., Rinkevich, B., Suga, T., Tagliabue, A., & Williamson, P. (2019). Changing ocean, marine ecosystems, and dependent communities. In H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, & N. M. Weyer (Eds.), IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate (pp. 447–587). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157964.007

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico. (2026). Vigilancia integrada de oscilaciones climáticas. https://cccp.dimar.mil.co/vioc/

Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (2026). Red Volunclima. https://ciifen.org/red-volunclima/

Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica, & Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (2024). Boletín N.° 1 ENANDES. CRC-OSA/CIIFEN. https://crc-osa.ciifen.org/wp-content/uploads/2024/02/Boletin-ENANDES-2-2-2024.pdf

Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica, & Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (2025). Boletín N.° 5 ENANDES+. CRC-OSA/CIIFEN. https://crc-osa.ciifen.org/wp-content/uploads/2025/09/Boletin-No.5-ENANDES.pdf.

Céspedes, L., Kozlowski, D., Pradier, C., Sainte-Marie, M. H., Shokida, N. S., Benz, P., Poitras, C., Ninkov, A. B., Ebrahimy, S., Ayeni, P., Filali, S., Li, B., & Larivière, V. (2025). Evaluating the linguistic coverage of OpenAlex: An assessment of metadata accuracy and completeness. Journal of the Association for Information Science and Technology, 76(6), 884-895. https://doi.org/10.1002/asi.24979

Colciencias, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación, Cancillería, & Observatorio de Ciencia y Tecnología. (2016). Cienciometría del cambio climático en Colombia. En Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/Cienciometria.pdf

Comisión Permanente del Pacífico Sur. (2007). Convenios, acuerdos, protocolos, declaraciones, estatuto y reglamento de la CPPS. CPPS. http://cinto.invemar.org.co/share/s/6nCVW2rYRhGwcH6JQF1bhg

Comisión Permanente del Pacífico Sur. (2023). Guía para el control de calidad de datos de temperatura y salinidad obtenidos en cruceros oceanográficos regionales (Versión 2). https://aquadocs.org/items/9e58b2e2-a690-4337-8501-68239055dd3e

Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 41146. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297

Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 164 de 1994. Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992. Diario Oficial No. 41.575. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=21970

Congreso de la República de Colombia. (2018). Ley 1931 de 2018. Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. Diario Oficial No. 50.667. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765

Congreso de la República de Colombia. (2021). Ley 2169 de 2021. Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 51.896. https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/ley-2169-de-2021/

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental. (2026). Calidad del aire. https://corponor.gov.co/web/index.php/boletin-ambiental/calidad-del-aire/

Corporación Autónoma Regional de La Guajira. (2026). SEVCA – Sistema Especial de Vigilancia de Calidad del Aire. https://corpoguajira.gov.co/autoridad-ambiental/sevca/

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia. (2019). Informe de avance físico y financiero del Plan de Acción, vigencia 2019. https://corporinoquia.gov.co/images/docsPdf/0_INFORME_PA_A_DIC_2019.pdf

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia. (2021). Informe integral de avance: Plan de acción 2020–2023, vigencia 2021. https://corporinoquia.gov.co/images/docsPdf/0_INFORME_CONSOLIDADO_VIGENCIA_2021vf.pdf

Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2015). Informe sobre el estado de calidad del aire: Junio de 2015. https://www.corponarino.gov.co/expedientes/calidadambiental/aire/InformeAireJun2015.pdf

Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2024). Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Mira, departamento de Nariño: Desarrollo de la fase de diagnóstico. Componente calidad del agua y gestión del recurso hídrico. https://corponarino.gov.co/wp-content/uploads/2024/09/4.-COMPONENTE-CALIDAD-DEL-AGUA.pdf

Corporación Autónoma Regional de Risaralda. (2020). Calidad del aire. https://www.carder.gov.co/calidad-del-aire/

Corporación Autónoma Regional del Magdalena. (2026). Informes monitoreo del aire: Departamento del Magdalena. https://www.corpamag.gov.co/infousers/InfoSVCA.php

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2026). Portal hidroclimatológico. https://portal-hidroclimatologico.cvc.gov.co/

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó. (2021). Codechocó avanza en el plan de monitoreo de los ríos del Chocó. https://codechoco.gov.co/publicaciones/3173/codechoco-avanza-en-el-plan-de-monitoreo-de-los-rios-del-choco/

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó. (2022, February). En Quibdó, se instalaron dos estaciones de monitoreo para identificar la calidad del aire de la ciudad. https://codechoco.gov.co/publicaciones/3405/en-quibdo-se-instalaron-dos-estaciones-de-monitoreo-para-identificar-la-calidad-del-aire-de-la-ciudad/

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó. (2023). Codechocó amplió la red de monitoreo del Chocó. https://codechoco.gov.co/publicaciones/3641/codechoco-amplio-la-red-de-monitoreo-del-choco/

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó. (2025). Monitoreo de la calidad del agua en los manglares de Togoromá y La Paila. https://codechoco.gov.co/publicaciones/4014/monitoreo-de-la-calidad-del-agua-en-los-manglares-de-togoroma-y-la-paila/

Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. (2026). Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire. https://www.cdmb.gov.co/index.php/ambiente/monitoreo-ambiental/calidad-del-aire

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena. (2023). Según monitoreo de Cormacarena, la calidad del aire en Villavicencio se mantuvo aceptable en el 2022. https://www.cormacarena.gov.co/noticias/segun-monitoreo-de-cormacarena-la-calidad-del-aire-en

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico. (2021). Informe de objetivos de calidad del agua 2021. https://cda.gov.co/apc-aa-files/33393966363566633933636465376561/informe-objetivos-de-calidad-2021-final.pdf

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico. (2024). Plan de acción institucional 2024–2027. https://cda.gov.co/apc-aa-files/062bc45625a69f8e5d98690aabeebd08/pai_2024-2027-corporacion-cda.pdf

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico. (2025). Informe PAI vigencia 2025. https://cda.gov.co/documentos/documento-consolidado-informe-gestion-2025.pdf

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia. (2023). Informe de gestión 2023. https://www.corpoamazonia.gov.co/files/Informes/gestion/2023/20231213_2023.pdf

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia. (2024a). Corpoamazonia fortalece el monitoreo del agua en la Amazonia. . https://www.corpoamazonia.gov.co/index.php/noticias/1240-corpoamazonia-fortalece-el-monitoreo-del-agua-en-la-amazonia

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia. (2024b). Plan de acción institucional 2024–2027. https://www.corpoamazonia.gov.co/files/Planes/PAT/20240614_PAc_%202024-2027.pdf

Creutzig, F., Fernandez, B., Haberl, H., Khosla, R., Mulugetta, Y., & Seto, K. C. (2016). Beyond technology: Demand-side solutions for climate change mitigation. Annual Review of Environment and Resources, 41, 173–198.

Culbert, J. H., Hobert, A., Jahn, N., Haupka, N., Schmidt, M., Donner, P., & Mayr, P. (2025). Reference coverage analysis of OpenAlex compared to Web of Science and Scopus. Scientometrics, 130, 2475–2492. https://doi.org/10.1007/s11192-025-05293-3

Debernardi, C., Seeber, M., & Cattaneo, M. (2024). Thirty years of climate change research: A fine-grained analysis of geographical specialization. Environmental Science & Policy, 152, 103663. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.103663

Departamento Nacional de Planeación. (2012). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. ABC: adaptación Bases conceptuales. Marco conceptual y lineamientos. https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico/

Departamento Nacional de Planeación. (2024). Protocolo para poner a disposición información climática, hidrometeorológica y meteomarina en Colombia. Gobierno de Colombia. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PublishingImages/La_Entidad/Directivos/Direccciones/ambiente-y-desarrollo-sostenible/Gestion-del-Riesgo-de-Desastres/Protocolo_Informacion_Climatica_V1.pdf

Departamento Nacional de Planeación, & Banco Interamericano de Desarrollo. (2025). Guía metodológica del Sistema MRV de Financiamiento Climático en Colombia. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PublishingImages/La_Entidad/Directivos/Direccciones/a

mbiente-y-desarrollo-sostenible/Financiamiento-Climatico/MRV/guia_metodologica_mrv_financimiento_climatico_2025.pdf

Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, & Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2016). Plan nacional de adaptación al cambio climático. Líneas de acción prioritarias para la adaptación al cambio climático en Colombia. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/PNACC-2016-linea-accion-prioritarias.pdf

Dirección General Marítima. (2020). Compilación oceanográfica de la cuenca Pacífica colombiana II. https://aquadocs.org/items/017432fe-05af-465a-bbe3-8fd5cab5d96d

Dirección General Marítima. (2025a). Crucero regional conjunto de investigación oceanográfica en el Pacífico sudeste. https://cecoldo.dimar.mil.co/web/crucero_cpps

Dirección General Marítima. (2025b). Manual metodológico de la información oceanográfica y de meteorología marina (Versión 2, Código G2-01-MAN-010). https://www.dimar.mil.co/sites/default/files/noticias/PDFA%20G2-01-MAN-010%20Manual%20Metodologico%20de%20la%20Informacion%20Oceanografica%20y%20de%20Metereologia%20Marina%20v2.pdf

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 133, 285–296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Esquivel-Muelbert, A., Baker, T. R., Dexter, K. G., Lewis, S. L., Brienen, R. J., Feldpausch, T. R., ... & Phillips, O. L. (2019). Compositional response of Amazon forests to climate change. Global change biology, 25(1), 39-56.

Fankhauser, S. (2017). Adaptation to climate change. Annual Review of Resource Economics, 9, 209–230.

Ferrier, S., Harwood, T. D., Ware, C., & Hoskins, A. J. (2020). A globally applicable indicator of the capacity of terrestrial ecosystems to retain biological diversity under climate change: The bioclimatic ecosystem resilience index. Ecological Indicators, 117, 106554. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106554

Fu, H.-Z., & Waltman, L. (2022). A large-scale bibliometric analysis of global climate change research between 2001 and 2018. Climatic Change, 170, 36. https://doi.org/10.1007/s10584-022-03324-z

Galindo, G., Espejo, O. J., Rubiano, J. C., Vergara, L. K., & Cabrera, E. (2014). Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia (Versión 2.0). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/archivos/protocolo_de_pdi_para_la_cuantificacion_de_la_deforestacion_en_colombia_v2_1.pdf

Global Biodiversity Information Facility. (2026). ¿Qué es GBIF? https://www.gbif.org/es/

Global Climate Observing System. (GCOS). (2022a). 2022 GCOS Implementation Plan. World Meteorological Organization. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/GCOSPoster_SIP_2022.pdf

Global Climate Observing System. (GCOS). (2022b). The 2022 GCOS ECVs Requirements. World Meteorological Organization.

Gobierno de Colombia. (2012). Decreto 1640 de 2012. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 48510. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49987

Gobierno de Colombia. (2016). Decreto 298 de 2016. Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 49.796. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=68173

Gobierno de Colombia. (2019). Misión Internacional de Sabios 2019. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libro_mision_de_sabios_digital_1_2_0.pdf

Gobierno de Colombia. (2020). Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia (NDC). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Haunschild, R., Bornmann, L., & Marx, W. (2016). Climate change research in view of bibliometrics. PLOS ONE, 11(7), e0160393. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160393

Herzog, S. K., Jørgensen, P. M., Martínez Güingla, R., Martius, C., Anderson, E. P., Hole, D. G., Larsen, T. H., Marengo, J. A., Ruiz Carrascal, D., & Tiessen, H. (2010). Efectos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes tropicales: El estado del conocimiento científico. Resumen para tomadores de decisiones y responsables de la formulación de políticas públicas. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global. https://www.iai.int/admin/site/sites/default/files/uploads/2014/06/sintesis_cientifica.pdf

Hicks, D., Wouters, P., Waltman, L., de Rijcke, S., & Rafols, I. (2015). Bibliometrics: The Leiden Manifesto for research metrics. Nature, 520, 429–431. https://doi.org/10.1038/520429a

IMARPE-SIOFEN. (2025). Crucero regional conjunto de investigación oceanográfica en el Pacífico sudeste.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2026a). Estación climatológica PNN Amacayacu. https://sinchi.org.co/estacion-climatologica

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2026b). Estación Experimental El Trueno. https://www.sinchi.org.co/estacion-experimental-el-trueno1

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2026c). Informe del Estado y Tendencias de los Recursos Naturales de la Amazonia colombiana. IERNA. https://ierna.sinchi.org.co/

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2026d). Laboratorios. https://sinchi.org.co/laboratorios

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2026e). Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIAT-AC. https://siatac.co/

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2013a). Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua 2013. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-23/lineamientos_conceptuales_y_metodologicos_para_la_evaluacion_regional_del_agua.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2013b). Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. https://www.ideam.gov.co/nuestra-entidad/hidrologia/zonificacion-y-codificacion-de-unidades-hidrograficas-e-hidrogeologicas-de-colombia

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/temas/tiempo-y-clima/documentos/atlas/ATLAS+RADIACION+SOLAR+UV+Y+OZONO+DE+COLOMBIA.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2019a). Documento metodológico: Operación estadística monitoreo de la superficie de bosque natural en Colombia. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/archivos/documento_metodologico.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2019b). Guía metodológica de la operación estadística variables meteorológicas (Versión 1, Código M-GDI-M-G002). IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/mapa-de-procesos/m-gci-m-g002_guia_metodologica_de_la_operacion_estadistica_variables_meteorologicas.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2021a). Manual para el control de calidad de los datos meteorológicos en la preverificación, captura y verificación (Código M-GDI-M-M005, versión 1). IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/mapa-de-procesos/m-gdi-m-m005_manual_control_de_calidad_verificacion_v1.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2021b). Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/nuestra-entidad/hidrologia/protocolo-de-monitoreo-y-seguimiento-del-agua

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2022a). Guía diseño de la red hidrometeorológica nacional. IDEAM. https://ideam.gov.co/sites/default/files/mapa-de-procesos/m-gdi-h-g001_guia_diseno_de_la_red_hidrometeorologica_nacional_v2.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2022b). Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2021. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/2534

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2022c). Metodología para la operación estadística información de la radiación global recibida en superficie. M-GCI-M005. https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ooee/radiacion_global/DM_RadiacionGlobal.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2023). Estudio Nacional del Agua 2022. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/publicacion-jue-23032023-1200

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024a). Boletín nacional de hidrología isotópica. N.° 1 - 2024. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines/Bolet%C3%ADn-de-hidrolog%C3%ADa-isot%C3%B3pica-de-Colombia

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024b). Documento metodológico de las estadísticas de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire - EMSCA (Versión 3, Código GCI-CA-MO001). IDEAM.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2024c). Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011–2100. https://ideamcol-my.sharepoint.com/personal/estudios_ideam_gov_co/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Festudios%5Fideam%5Fgov%5Fco%2FDocuments%2F600%20SEA%2F2024%20y%20anteriores%2F605%20Documentos%20%28WEB%29%2F1%2E%20Escenarios%20de%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%2FDocumento%20Final%20Escenarios%2FEscenarios%20de%20Cambio%20Climatico%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Festudios%5Fideam%5Fgov%5Fco%2FDocuments%2F600%20SEA%2F2024%20y%20anteriores%2F605%20Documentos%20%28WEB%29%2F1%2E%20Escenarios%20de%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%2FDocumento%20Final%20Escenarios&ga=1

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025a). Boletín mensual de seguimiento al reporte de información al Sistema de Información del Recurso Hídrico —SIRH—. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/boletines/Bolet%C3%ADn-del-sistema-de-Informaci%C3%B3n-del-recurso-h%C3%ADdrico---SIRH

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025b). Boletín nacional de hidrología isotópica. N.° 2 - 2025. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/19562

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025c). Calibración de instrumentos convencionales en temperatura y humedad (Código GDI-PC013, versión 02). https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/mapa-de-procesos/gdi-pc013_protocolo_de_calibracion_de_instrumentos_convencionales_en_temperatura_y_humedadv2.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025d). Documento metodológico de estadísticas de variables hidrológicas (Versión 3, Código GCI-VH-MO001). IDEAM. https://www.ideam.gov.co/nuestra-entidad/mapa-de-procesos/procesos-misionales/generacion-de-conocimiento-e-investigacion/variables-hidrologicas/gci-vh-0

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025e). Documento metodológico de la operación estadística “Estadísticas de las coberturas de la tierra para el territorio nacional continental” (Versión 03, Código GCI-CT-MO001). https://www.ideam.gov.co/nuestra-entidad/mapa-de-procesos/procesos-misionales/generacion-de-conocimiento-e-investigacion/estadisticas-de-las-coberturas-6

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025f). Ficha metodológica: Estadísticas de variables hidrológicas – nivel-caudal (Versión 2, Código GCI-VH-FM001). IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/mapa-de-procesos/gci-vh-fm001_ficha_metodologica_variables_hidrologicas.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025g). Geoportal Ambiental Institucional. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/geoportal-ambiental-institucional

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025h). Informe de gestión 2024. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/transparencia/planeacion/informe-de-gestion-2024

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025i). Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2024. IDEAM. https://storymaps.arcgis.com/stories/1105e501e4c341bcbf7db9034db37cb2

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025j). Informe del estado de los glaciares colombianos 2024. IDEAM. https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/17092

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025k). Manual de validación de la información hidrológica (Código GCI-VH-M028, versión 03). IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/mapa-de-procesos/gci-vh-m028_manual_de_validacion_de_la_informacion_hidrologica_1.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025l). Metodología de la operación estadística "balance de masa glaciar" (Versión 3, Código GCI-BG-MO001). https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/mapa-de-procesos/gci-bg-mo001_metodologia_de_la_operacion_estadistica_balance_de_masa_glaciar_v3.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2025m). Procedimiento para la generación de datos de la Red Nacional de Isotopía. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/mapa-de-procesos/gdi-p021_procedimiento_para_la_generacion_de_datos_de_la_red_nacional_de_isotopia_0.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2026a). Catálogo Nacional de Estaciones del IDEAM. Datos Abierto Colombia. https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Cat-logo-Nacional-de-Estaciones-del-IDEAM/hp9r-jxuu

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2026b). Monitoreo aguas subterráneas. https://sirh.ideam.gov.co/Sirh/faces/observatorioSubterraneas.jspx

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2026c). Monitoreo Ambiental Participativo en la Alta Montaña (MAPAM). https://www.ideam.gov.co/participa/colaboracion-e-innovacion/monitoreo-ambiental-participativo-en-la-alta-montana-mapam

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2026d). ¿Qué es el SISAIRE? https://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/informacion.xhtml?

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Fondo Acción, & Universidad Nacional de Colombia. (2020). Marco conceptual del Sistema Integrador de Información de Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación (SIIVRA). http://siivra.ideam.gov.co/marco-conceptual

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Fundación Natura, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Departamento Nacional de Planeación, & Ministerio de Relaciones Exteriores. (2021). Tercer informe bienal de actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (BUR3). https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/17925

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). Actualización de cifras de monitoreo de la superficie de bosque - Año 2022. IDEAM-MADS. https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10969

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia, & Fundación Natura. (2024). BTR1 - Primer Informe Bienal de Transparencia de Colombia. https://unfccc.int/documents/645256

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, & Fundación Natura. (2025). Memorias del Seminario Somos Clima: Género y Acción Climática. Gobierno de la República de Colombia. https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/publicacion-mie-25022026-1200-0

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Nacional de Planeación, & Ministerio de Relaciones Exteriores. (2017). Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, FMAM. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RESUMEN%20EJECUTIVO%20TCNCC%20COLOMBIA%20A%20LA%20CMNUCC%202017.pdf

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, & Universidad Nacional de Colombia. (2018). Variabilidad climática y cambio climático en Colombia. https://www.andi.com.co/uploads/variabilidad.pdf

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2026). BioModelos: Mejores modelos con el apoyo de expertos. https://biomodelos.humboldt.org.co/

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2001). Manual de la Red de Vigilancia de la Calidad Ambiental Marina en Colombia (REDCAM).

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2017). Vulnerabilidad al cambio climático y lineamientos de adaptación para el Distrito de Buenaventura. https://alfresco.invemar.org.co/share/s/u0Uqpt0sQuCD5lQw3axf6Q

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2018). Análisis de vulnerabilidad al cambio climático y lineamientos de adaptación para el municipio de Bahía Solano. https://alfresco.invemar.org.co/share/s/uya9ygCmRCqkgLZYlfjEKA

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2021). CLIMARES: Cambio climático en zonas marinas y costeras de Colombia. https://climares.invemar.org.co/

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2023a). Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras del Caribe y Pacífico colombiano: Informe REDCAM 2022. https://www.invemar.org.co/documents/37438/102725/Informe+REDCAM+2022.pdf

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2023b). Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia 2022. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. https://www.invemar.org.co/documents/37438/104826/Informe+del+estado+de+los+ambientes+marinos+y+costeros+2022.pdf/86dfa486-5ec0-bfa5-2fb1-494174254829?t=17029102967l0

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2023c). Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia – SIAM. Cobertura de manglar nacional del año 2020 a escala 1:25000. Conjunto de datos del Sistema de Información para la Gestión de los Manglares de Colombia (SIGMA). https://acceso-datos-ambientales-invemar.hub.arcgis.com/datasets/5d48a57b4f4347519d28c09f9b7eb286_0/explore

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2025). Guía metodológica para la estimación de carbono azul de manglares de Colombia (Serie de Publicaciones Generales INVEMAR No. 139). https://doi.org/https://n2t.net/ark:/81239/m9kx5t

Instituto Nacional de Salud. (2022). Análisis de series de tiempo y espacial de eventos de interés en salud pública y su relación con las variables climáticas. https://doi.org/10.33610/9789581301829

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. https://doi.org/10.1017/9781009157988.001

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. https://doi.org/10.1017/9781009157964

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the IPCC Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (H.-O. Pörtner et al., Ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (E. Brondizio, S. Diaz, J. Settele, & H. T.

Ngo, Eds.). IPBES secretariat. https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf

Kassim, M. N. I., Azra, M. N., Lananan, F., Mohd Noor, M. I., Tan, M. P., Sung, Y. Y., & Ghaffar, M. A. (2023). Climate change research in Malaysia: A scientometric analysis. Journal of Scientometric Research, 12(3), 534–543. https://doi.org/10.5530/jscires.12.3.051

Kim, H. J., Lazurko, A., Linney, G., Maskell, L., Díaz-General, E., Březovská, R. J., Keune, H., Laspidou, C., Malinen, H., Oinonen, S., Raymond, J., Rounsevell, M., Vaňo, S., Venâncio, M. D., Viesca-Ramirez, A., Wijesekera, A., Wilson, K., Ziliaskopoulos, K., & Harrison, P. A. (2024). Understanding the role of biodiversity in the climate, food, water, energy, transport and health nexus in Europe. Science of the Total Environment, 925, 171692. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171692

Lasso, E., Matheus-Arbeláez, P., Gallery, R. E., Garzón-López, C., Cruz, M., Leon-Garcia, I. V., ... & Curiel Yuste, J. (2021). Homeostatic response to three years of experimental warming suggests high intrinsic natural resistance in the páramos to warming in the short term. Frontiers in Ecology and Evolution, 9, 615006.

Lahoz-Monfort, J. J., & Magrath, M. J. L. (2021). A comprehensive overview of technologies for species and habitat monitoring and conservation. BioScience, 71(10), 1038–1062. https://doi.org/10.1093/biosci/biab073

Lepetz, V., Massot, M., Schmeller, D. S., & Clobert, J. (2009). Biodiversity monitoring: Some proposals to adequately study species' responses to climate change. Biodiversity and Conservation, 18, 3185–3203. https://doi.org/10.1007/s10531-009-9636-0

López-Angarita, J., Roberts, C. M., Tilley, A., Hawkins, J. P., & Cooke, R. G. (2016). Mangroves and people: Lessons from a history of use and abuse in four Latin American countries. Forest Ecology and Management, 368, 151–162. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.020

Maddi, A., Maisonobe, M., & Boukacem-Zeghmouri, C. (2025). Geographical and disciplinary coverage of open access journals: OpenAlex, Scopus, and WoS. PLOS ONE, 20(4), e0320347. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0320347

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010a). Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico (PNGIRH). https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010b). Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire: Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Protocolo_Calidad_del_Aire_-_Manual_Operacion.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017a). Decreto 1655 de 2017. Por medio del cual se adiciona al Libro 2, parte 2, Titulo 8, Capitulo 9 del Decreto 1076 de 2015, cinco nuevas secciones en el sentido de establecer la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Información Forestal, el Inventario Forestal Nacional y el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono que hacen parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia, y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/decreto-1655-de-2017.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017b). Politíca Nacional de Cambio Climático. MINAMBIANTE. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/9.-Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). Resolución 1383 de 2023. Por la cual se reglamenta el funcionamiento y la administración del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), en el marco del Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC) y se definen reglas y procesos para la articulación con los sistemas que tengan similares propósitos y gestionen información relacionada con el seguimiento a la gestión del cambio climático. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2026/05/Resolucion-1383-de-2023.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024a). Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia: Resolución 0126 de 2024 (Versión 1.0). https://doi.org/10.15472/frowz3

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024b). Protocolo de consolidación y análisis de la información del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC). https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/10/4.-Consolidacion-y-analisis-de-la-informacio%CC%81n-SNICC.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024c). Protocolo de definición y solicitud de información climática Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC). https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/10/3.-Definicion-y-solicitud-de-informacio%CC%81n-clima%CC%81tica-SNICC.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024d). Protocolo para la administración del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC). https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/02/Protocolo-1.-Protocolo-administracio%CC%81n-del-SNICC.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024e). Sexto resumen de información de salvaguardas de Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025a). Lista de especies exóticas declaradas como invasoras en Colombia: Resolución 0067 de 2023 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Versión 1.0). https://doi.org/10.15472/blwxe2

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025b). Lista de referencia de especies silvestres migratorias de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia (Versión 1.2). https://doi.org/10.15472/7qo8bb

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). Programa nacional de aguas subterráneas (PNASUB): Un camino estratégico para la gestión de un recurso invisible. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Anexo-37.-Programa-Nacional-de-Aguas-Subterra%CC%81neas.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia, & Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. (2024). Programa nacional de monitoreo del recurso hídrico. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/06/Programa-Nacional-de-Monitoreo-del-Recurso-Hidrico.pdf

Ministerio de Ciencia. (2021). Conpes 4069: Nueva política de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022–2031. https://minciencias.gov.co/conpes-4069-nueva-politica-ciencia-tecnologia-e-innovacion-2022-2031

Ministerio de Ciencia. (2024). Convocatoria nacional de actualización y transición para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Convocatoria 957). https://minciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacional-actualizacion-y-transicion-para-el-reconocimiento

Ministerio del Medio Ambiente, & Convenio Andrés Bello. (2002). Manual de seguimiento ambiental de proyectos: Criterios y procedimientos. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/04/Manual-de-seguimiento-ambiental-de-proyectos-2002.pdf

Muneja, P. S. (2022). Bibliometric analysis of climate change publications in Tanzania from 1964 to 2021. University of Dar Es Salaam Library Journal, 17(2), 32–53. https://doi.org/http://orcid.org/0000-0002-6235-0538

Murcia García, U. G., Medina Lozano, R. M., Rodríguez Rondón, J. M., Hernández Anzola, A. M., Herrera Rodríguez, E. V., & Castellanos Quiroz, H. O. A. (2014). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, a escala 1:100.000. Cambios multitemporales 2002 al 2012, con énfasis en el periodo 2007-2012.

O'Connor, B., Bojinski, S., Röösli, C., & Schaepman, M. E. (2020). Monitoring global changes in biodiversity and climate essential as ecological crisis intensifies. Ecological Informatics, 55, 101033. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.101033

Ocean Biodiversity Information System. (2026). Ocean Biodiversity Information System . https://obis.org/

Organización Meteorológica Mundial. (2003). Guidance on Climate Observation Networks and Systems. https://www.uncclearn.org/resources/library/guidelines-on-climate-observation-networks-and-systems/

Organización Meteorológica Mundial. (2012). Índice normalizado de precipitación: Guía del usuario (OMM-N.o 1090). https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_standardized_precipitation_index_user_guide_es_2012.pdf

Organización Meteorológica Mundial. (2019). Visión del Sistema Mundial Integrado de Operación de la OMM para 2040. https://wmo.int/activities/wmo-integrated-global-observing-system-wigos/wmo-integrated-global-observing-system

Organización Meteorológica Mundial. (2021). ENANDES fomenta la adaptación climática en los Andes. https://wmo.int/es/media/enandes-fomenta-la-adaptacion-climatica-en-los-andes

Organización Meteorológica Mundial. (2025a). Reglamento Técnico (OMM-No 49), volumen I — Normas meteorológicas de carácter general y prácticas recomendadas. OMM. https://library.wmo.int/es/records/item/32655-reglamento-tecnico-volumen-i-normas-meteorologicas-de-caracter-general-y-practicas-recomendadas

Organización Meteorológica Mundial. (2025b). WMO Youth Action Plan. https://wmo.int/about-wmo/youth-engagement/wmo-youth-action-plan

Organización Mundial de la Salud. (2023, October 12). Climate change and health. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2015). Frascati manual 2015: Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development. https://doi.org/10.1787/9789264239012-en

Ospina Noreña, J., Gay García, C., Conde, A., Magaña, V., & Sánchez Torres Esqueda, G. (2009). Vulnerability of water resources in the face of potential climate change: generation of hydroelectric power in Colombia. Atmósfera, 22(3), 229–252. https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/latin-america-and-caribbean/venezuela-amp-colombia/Ospina-Norena.-2009.-Colombia-CC--Hydroelectric-Power.pdf

Pardo Martínez, C. I., & Alfonso P., W. H. (2018). Climate change in Colombia: A study to evaluate trends and perspectives for achieving sustainable development from society. International Journal of Climate Change Strategies and Management, 10(4), 632–652. https://doi.org/10.1108/ijccsm-04-2017-0087

Plummer, S., Lecomte, P., & Doherty, M. (2017). The ESA Climate Change Initiative (CCI): A European contribution to the generation of the Global Climate Observing System. Remote Sensing of Environment, 203, 2–8. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.07.014

Poveda, G., Álvarez, D. M., & Rueda, Ó. A. (2011). Hydro-climatic variability over the Andes of Colombia associated with ENSO: A review of climatic processes and their impact on one of the Earth's most important biodiversity hotspots. Climate Dynamics, 36(11–12), 2233–2249.

Poveda, G., Gil, M. M., & Quiceno, N. (1998). El ciclo anual de la hidrología de Colombia en relación con el ENSO y la NAO. Bulletin de l'Institut Français d'études Andines, 27(3), 721–744.

Pranckutė, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world. Publications, 9(1), 12. https://doi.org/10.3390/publications9010012

Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos. (2022). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2022: Aguas subterráneas hacer visible el recurso invisible. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380726_spa

República de Colombia. (2025). Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) de Colombia - Transformaciones para la Vida. https://unfccc.int/sites/default/files/2025-12/NDC%203.0%20Transformaciones%20para%20la%20Vida%20%28Colombia%29.pdf

Secretaría Distrital de Ambiente. (2022). ¿Qué es la Red Colaborativa de Microsensores? https://microsensores.ambientebogota.gov.co/rcmca/sensor

Sentencia 25000–23–27–000–2001–90479–01(AP). (March 28, 2014). https://www.consejodeestado.gov.co/documentos/boletines/141/AC/25000-23-27-000-2001-90479-01(AP).pdf

Sentencia C-280 de 2024. (2024). https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2024/c-280-24.htm

Sentencia STC4360-2018. (April 5, 2018). https://cortesuprema.gov.co/corte/wp-content/uploads/2018/04/STC4360-2018-2018-00319-011.pdf

Shamoun-Baranes, J., Bauer, S., Chapman, J. W., Desmet, P., Dokter, A. M., Farnsworth, A., van Gasteren, H., Haest, B., Koistinen, J., Kranstauber, B., Liechti, F., Mason, T. H. E., Nilsson, C., Nussbaumer, R., Schmid, B., Weisshaupt, N., & Leijnse, H. (2022). Meteorological data policies needed to support biodiversity monitoring with weather radar. Bulletin of the American Meteorological Society, 103(4), E1234–E1242. https://doi.org/10.1175/BAMS-D-21-0196.1

SiB Colombia. (2025). Metodología de Biodiversidad en Cifras. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. https://cifras.biodiversidad.co/mas/metodologia

Simard, M., Fatoyinbo, L., Smetanka, C., Rivera-Monroy, V. H., Castañeda-Moya, E., Thomas, N., & Van der Stocken, T. (2019). Mangrove canopy height globally related to precipitation, temperature and cyclone frequency. Nature Geoscience, 12(1), 40–45. https://doi.org/10.1038/s41561-018-0279-1

Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá. (2010). Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá. https://siata.gov.co/sitio_web/index.php/

Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana. (2026a). Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. https://siatac.co/atlas-conflictos-socioambientales/

Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana. (2026b). MoSCAL: Módulo de seguimiento al cumplimiento de acuerdos locales de conservación del bosque. https://siatac.co/moscal/

Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana. (2026c). SIMCOBA: Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana. https://siatac.co/simcoba/

Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIAT-AC. (2026d). Monitoreo ambiental – SIMAAC. https://siatac.co/monitoreo-ambiental-simaac/

Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. (2026). SiB Colombia. https://biodiversidad.co/

Sklenář, P., Romoleroux, K., Muriel, P., Jaramillo, R., Bernardi, A., Diazgranados, M., & Moret, P. (2021). Distribution changes in páramo plants from the equatorial high Andes in response to increasing temperature and humidity variation since 1880. Alpine botany, 131(2), 201-212.

Solarte, M. E., Solarte Erazo, Y., Ramírez Cupacán, E., Enríquez Paz, C., Melgarejo, L. M., Lasso, E., ... & Gulias, J. (2022). Photosynthetic traits of páramo plants subjected to short-term warming in OTC chambers. Plants, 11(22), 3110.

Stephenson, P. J. (2020). Technological advances in biodiversity monitoring: Applicability, opportunities and challenges. Current Opinion in Environmental Sustainability, 45, 36–41. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.08.005

Stiles, F. G., Rosselli, L., & De La Zerda, S. (2017). Changes over 26 years in the avifauna of the Bogotá region, Colombia: Has climate change become important?. Frontiers in Ecology and Evolution, 5, 58.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2025). Informe sectorial de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado: Vigencia 2024. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/2025-12/Informe-Sectorial-de-los-Servicios-Publicos-Domiciliarios-de-Acueducto-y-Alcantarillado-2024.pdf

Torres-Morales, G., Baptiste, M. P., & Castellanos, C. (2024). Lista de especies de plantas exóticas y trasplantadas de Colombia. 1298 especies aportadas. https://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=ls_colombia_plantaeexoticas_2021

Turner II, B. L., Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104(52), 20666–20671. https://doi.org/10.1073/pnas.0704119104

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). UNESCO Recommendation on Open Science. https://doi.org/10.54677/MNMH8546

Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2018). Protocolo de integración de la red pública y privada de estaciones hidrometeorológicas.

United Nations Environment Programme. (2022). Harnessing nature to build climate resilience: Scaling up the use of ecosystem-based adaptation. https://www.unep.org/resources/report/harnessing-nature-build-climate-resilience-scaling-use-ecosystem-based-adaptation

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. (2025). The checklist of CITES species. CITES Secretariat. https://checklist.cites.org/

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2024). Information paper: Systematic observations. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Mandates_systematic_%20observation.pdf

Vardy, M., Oppenheimer, M., Dubash, N. K., O'Reilly, J., & Dale, J. (2017). The Intergovernmental Panel on Climate Change: Challenges and opportunities. Annual Review of Environment and Resources, 42, 55–75. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060935

Vivas-Aguas, L. J., Obando-Madera, P. S., Córdoba-Meza, T. L., Castillo-Viana, M. J., Espinosa, L. F., Arriaga-Rodríguez, A. M., & Acosta-Rivera, J. A. (2021). Boletín estadístico Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras (ICAM): Reporte año 2021. https://www.arcgis.com/home/item.html?id=e9ea642ae3514b68a5a66066fdd6e5ba

Wang, C., & Fiedler, P. C. (2006). ENSO variability and the eastern tropical Pacific: A review. Progress in Oceanography, 69(2–4), 239–266. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2006.03.004

Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, Ij. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J.-W., da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., … Mons, B. (2016). The FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship. Scientific Data, 3(160018). https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18

Yepes Quintero, A. P., Arango Domínguez, C. F., Cabrera Montenegro, E., González Arenas, J. J., Galindo García, G., Barbosa Herrera, A. P., Urrego Hernandez, D., Tobón, P., Suárez, J. A., & Camacho Henao, A. (2018). Propuesta de lineamientos para el monitoreo comunitario participativo en Colombia y su articulación con el Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques. https://www.undp.org/es/latin-america/publicaciones/propuesta-de-lineamientos-para-el-monitoreo-comunitario-participativo-en-colombia-y-su-articulacion-con-el-sistema

Ambiente

IDEAM

Financiado por

Implementado por

SOMOS CLIMA

gef

Gobierno de Colombia

Fundación Natura Colombia

PNUD