



El ambiente
es de todos

Minambiente

ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

2017-2018



IVÁN DUQUE MÁRQUEZ

Presidente de la República de Colombia

RICARDO JOSÉ LOZANO PICÓN

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MARÍA CLAUDIA GARCÍA DÁVILA

Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

ROBERTO MARIO ESMERAL BERRÍO

Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

YOLANDA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

Directora General

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)

HERNANDO GARCÍA MARTÍNEZ

Director General

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)

LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS

Directora General

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi)

FRANCISCO ARMANDO ARIAS ISAZA

Director General

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar)

WILLIAM KLINGER BRAHAN

Director General

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico

John von Neumann (IIAP)

CONSEJO DIRECTIVO

RICARDO JOSÉ LOZANO PICÓN

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

ÁNGELA MARÍA OROZCO GÓMEZ

Ministra de Transporte

LUIS ALBERTO RODRÍGUEZ

Director del Departamento Nacional de Planeación

JUAN DANIEL OVIEDO ARANGO

Director del Departamento Administrativo Nacional de Estadística

JUAN PABLO RUIZ SOTO

Delegado de la Presidencia de la República

RAMÓN LEAL LEAL

Director Ejecutivo de la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible

DIEGO FERNANDO HERNÁNDEZ LOSADA

Viceministro de Conocimiento, Innovación y Productividad

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

GILBERTO GALVIS BAUTISTA

Secretario Técnico del Consejo Directivo

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

DIRECTIVOS



Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Yolanda González Hernández
Directora General

Gilberto Galvis Bautista
Secretario General

Diana Marcela Vargas Galvis
Subdirectora de Estudios Ambientales

Ana Celia Salinas Martín
Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental

Nelson Omar Vargas Martínez
Subdirector de Hidrología

Eliécer David Díaz Almanza
Subdirector de Meteorología

Daniel Useche Samudio
Jefe (e) Oficina del Servicio de Pronósticos y Alertas

Telly de Jesús Month Parra
Jefe Oficina Asesora de Planeación

Alicia Barón Leguizamón
Jefe (e) Oficina de Informática

Gilberto Antonio Ramos Suárez
Jefe Oficina Asesora Jurídica

María Eugenia Patiño Jurado
Jefe Oficina Control Interno

Andrés Echavarría Palomares
Jefe Oficina de Cooperación Internacional

Juan Fernando Casas Vargas
Grupo de Comunicaciones y Prensa



Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)

Hernando García Martínez
Director General

Ricardo Marcelo Betancur Correa
Subdirector Financiero y Administrativo

José Manuel Ochoa Quintero
Subdirector de Investigaciones

Francisco Gómez Montes
Subdirector de Servicios Científicos y Proyectos Especiales



Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi)

Luz Marina Mantilla Cárdenas
Directora General

Carlos Alberto Mendoza Vélez
Subdirector Administrativo y Financiero

Marco Ehrlich
Subdirector Científico y Tecnológico



Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar)

Francisco Armando Arias Isaza
Director General

Jesús Antonio Garay Tinoco
Subdirector de Coordinación Científica

Sandra Rincón Cabal
Subdirectora Administrativa



Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico “John von Neumann” (IIAP)

William Klinger Brahan
Director General

Giovanny Ramírez
Subdirector de Investigaciones

Helcías Ayala Mosquera
Subdirector Administrativo y Financiero

Coordinación Técnica

Ana María Hernández
Ivón Maritza Casallas Martínez
Fabián Mauricio Pinzón Rincón
Luis Alexánder Benavides Pardo

Ideam

Carolina García

Invemar

Zoraida Quesada Martínez

IIAP

Érika Nathalia Salazar Gómez
Camila Andrea Plata Corredor
Dairo Alexánder Escobar Ardila

IAvH y SiB Colombia

Ana María Franco

Sinchi

Producción técnica y editorial

Fabián Mauricio Pinzón Rincón
Luis Alexánder Benavides Pardo
Luis Eduardo Vásquez Salamanca

Colaboradoras:

Bibiana Bohórquez Lozano
Estefanía Ardila Robles

Ideam

Diseño y diagramación: Imprenta Nacional
Foto de portada: Jorge Luis Ceballos Liévano
Parque Nacional Natural Los Nevados
año 2015

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Cítese como Ideam, IAvH, Invemar, IIAP y Sinchi (2019).
Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables, 2017-2018. Bogotá: Ideam, 276 pp.
ISSN: 2346-1586

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). Todos los derechos reservados.
Los textos pueden ser usados parcial o totalmente citando la fuente. Su reproducción total o parcial debe ser autorizada por el Ideam. Publicación aprobada por el Ideam, diciembre de 2019, Bogotá, Colombia.

Coautores

Capítulo 1

Nelson Ómar Vargas Martínez, Fabio Andrés Bernal Quiroga, Claudia Nicol Tetay Botía, Carolina Vega Viviescas, Jenny Paola Marín Salazar, María Constanza Rosero Mesa, Giovanni Ramírez, Éric Yaír Cuesta Ríos, Zulmary Valoyes Cardozo, Luis Eladio Rentería Moreno, Luis Javier Mosquera Ramos, Reimer Rengifo Ibargüen, Yiskar Damián Murillo Asprilla, Kritzia Jocelyn Copete Murillo, Lady Vargas Porras, Yirlesa Murillo H., Zoraida Quesada M., Mayra Becerra

Capítulo 2

Henry Oswaldo Benavides Ballesteros y Julieta Serna Cuenca

Capítulo 3

Érika Nathalia Salazar Gómez, Ángela Celis Tarazona, Dairo Escobar, Ricardo Ortiz, Jeimmy Díaz, Camila Plata, Liz Johanna Díaz Cubillos, Nidia Cristina Mayorga Ulloa, Dairon Cárdenas, Sonia Sua, Andrés Barona, Nicolás Castaño, Mariela Osorno, Doris Laurinette Gutiérrez, José Rancés Caicedo, Esteban Carrillo Chica, Darwin Morales Martínez, Natalia Atuesta Dimián, Efraín Reinol Henao, Clara P. Peña Venegas, William Castro Pulido, César Augusto Bonilla Castillo, Guber Alfonso Gómez, Edwin Agudelo, Giovanni Ramírez, Éric Yaír Cuesta Ríos, Zulmary Valoyes Cardozo, Luis Eladio Rentería Moreno, Luis Javier Mosquera Ramos, Reimer Rengifo Ibargüen, Yiskar Damián Murillo Asprilla, Kritzia Joselín Copete Murillo.

Capítulo 4

Alexandra Rodríguez Rodríguez, Andrés F. Acosta Chaparro, Constanza Ricaurte Villota, David Alonso Carvajal, Diana Isabel Gómez López, Juan David González Corredor, Julián Beltrán, Julián Franco Angulo, Laura Sánchez Valencia, Lizbeth Janet Vivas Aguas, Martha Lucero Bastidas, Mauricio Bejarano Espinosa, Max Martínez Campo, Natalia Arbeláez Merizalde, Oswaldo Coca Domínguez, Paola Sofía Obando Madera, Raúl Navas Camacho, Silvio Andrés Ordóñez Zúñiga, Giovanni Ramírez, Lady Vargas Porras, Yirlesa Murillo H., Zoraida Quesada M., Mayra Becerra.

Capítulo 5

Henry Oswaldo Benavides Ballesteros, Jorge Luis Ceballos Liévano, José Alejandro Ospina Niño, Francisco Rojas Heredia

Capítulo 6

Adriana P. Barbosa, María T. Becerra, Édersson Cabrera Montenegro, Xavier Corredor, Alexánder Cubillos, Álvaro Andrés Cubillos Buitrago, María Alejandra Chadid, María Angélica Fernández, Cristhian F. Forero Castro, Carol A. Franco Aguilera, Gustavo A. Galindo García, Daniel Gama Beltrán, José Julián González Arenas, Angie Julieth Guevara Lozano, Paula Milena Hernández Marroquín, Leonardo Hurtado, José L. Hurtado Abril, Diana A. Lara López, Rosa Lozano, Luis Mario Moreno Amado, Fredy Hernando Neira Méndez, Claudia Patricia Olarte Villanueva, Javier Otero García, Iván Pérez, Juan P. Ramírez, Juan Pablo Rodríguez Garavito, Juan C. Rubiano Rubiano, Reinaldo Sánchez López, Ómar E. Sotelo Roncancio, César A. Valbuena Calderón, Lina K. Vergara Chaparro, Andrés C. Zuluaga, Edilneyi Zúñiga, Uriel Gonzalo Murcia García, Jorge Eliécer Arias Rincón y Natalia Carolina Castillo Barrera

Capítulo 7

Ana María Hernández, Ana María Bernal, Adriana Zapata, Julián Páez, Gabriel Saldarriaga, Elizabeth Riaño Umbarila, Carlos Ariel Salazar Cardona, Alfredo Rodríguez, Alexánder Girón, Jorge Viaña, Diana Bustos Montes, Fabián Escobar, Mario Rueda, Giovanni Ramírez, Moisés Mosquera Blandón, Samia Yisella Mosquera Ramírez, Haidyn Luis Moreno, Robinson Stívar Mosquera, Yaír Mayo Lozano, Mirla Perea Murillo, Jovanny Mosquera Pino, Jairo Miguel Guerra, Yesid Rayo Pino, Carlos Fernando Vélez, Vicky Vega, Óscar Lewis Perea Lozano, Francisca Elenith Ortiz, Heimar Jiménez Mosquera, Ómar Quinto.



NOTA DEL MINISTRO

Los años recientes son la muestra de una realidad contrastante en la historia global, mientras que la ocurrencia de múltiples eventos extremos –relacionados, en buena medida, con modelos y prácticas de desarrollo insostenibles– han traído como consecuencia inmensas pérdidas humanas y económicas; nacen y cobran fuerza los mercados, tecnologías y oportunidades económicas que se basan en el uso sostenible de la naturaleza.

Así, el momento actual es una demostración de que la información concede a comunidades, empresas y gobiernos el poder y la posibilidad de hacer un uso racional de los recursos de los que dependen, al igual que de adaptarse a las condiciones cambiantes del medio que los rodea.

En este Informe anual sobre el estado del ambiente y los recursos naturales renovables, las entidades del Sistema Nacional Ambiental ofrecen a los colombianos una actualización accesible sobre los principales indicadores ambientales del país, además se destacan los múltiples nexos que existen entre el ambiente –la naturaleza y sus recursos–, lo social y lo económico. Tomando como referencia la Agenda de Desarrollo 2030, un propósito a largo plazo a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que este Gobierno tiene el firme propósito de avanzar.

Esperamos que este informe, hecho en un formato accesible y pensado para que llegue a un amplio grupo de lectores, así como los informes sucesivos, se convierta cada vez más en una herramienta para ayudar a la toma de decisiones y a construir un futuro prometedor para Colombia.

Ricardo José Lozano Picón
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible



PRESENTACIÓN DE LA DIRECTORA

Colombia posee una estructura institucional única en lo que respecta a la generación de información y conocimiento sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables desde la entrada en vigor de la Ley 99 de 1993. El país cuenta en la actualidad con cinco institutos de investigación, que de acuerdo con las especificidades de su enfoque temático y jurisdiccional se dedican a entender cómo funciona el medio natural del que depende la vida de los colombianos.

Como compilador del *Informe anual sobre el estado del ambiente y los recursos naturales renovables* y coordinador técnico del Sistema de Información Ambiental de Colombia, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) ha trabajado de la mano con sus socios, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar), el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP) y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), para consolidar una base de información que, año tras año, sirva al propósito de suministrar información útil para planificar un desarrollo armónico con la conservación de la inmensa riqueza natural del país.

De dónde vienen los recursos naturales que sustentan nuestra economía y la sociedad, quiénes y cómo los usan, cuál es su estado, cómo se transforman e interactúan con los sistemas humanos y quiénes se ven más impactados por su deterioro son preguntas que Colombia, con una visión de modernización de sus políticas públicas, debe responder cada vez con transparencia y oportunidad.

Los institutos de investigación del Sistema Nacional Ambiental están comprometidos con esta tarea, asumiendo el reto de evolucionar tanto en los medios con los que se genera información, como en la forma de transmitir a quienes pueden generar impactos por medio de su uso.

Con este informe se espera tender un puente entre la ciencia y los tomadores de decisión, así como establecer un mecanismo de retroalimentación continua y robusta entre las políticas de desarrollo y el quehacer técnico y científico de nuestras entidades.

Yolanda González Hernández
Directora General
Ideam



CONTENIDO

Nota del Ministro	5
Presentación de la Directora	6



1. AGUA Y SECTORES

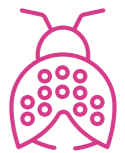
Agua. Contexto nacional	12
Análisis por área hidrográfica	15
Uso del agua en Colombia	27
Situación actual de las ciénagas del río Atrato y ecosistemas asociados	29
Evaluación de la calidad ecológica y estado trófico de ecosistemas hídricos perturbados por minería mecanizada en el departamento del Chocó	35



2 ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN COLOMBIA

Radiación solar	48
Vientos	63

3. BIODIVERSIDAD



Inventario de las colecciones biológicas en Colombia	69
Biodiversidad y autoridades ambientales ¿Qué nos dicen los datos abiertos?	73
Transformación en área de los ecosistemas naturales en Colombia	78
Biodiversidad terrestre y acuática de la Amazonia colombiana	83
Situación actual de los ecosistemas montañosos del Chocó biogeográfico	105

4. ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS



Calidad de aguas superficiales marinas y costeras	114
Calidad de aguas de baño en playas turísticas	118
Estado de las formaciones coralinas	119
Estado de los pastos marinos	127
Estudio del caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta	134
Geoamenazas en el medio marino y costero	141
Otras amenazas de origen meteomarinero	145



5. UN CLIMA CAMBIANTE: EVIDENCIAS Y CASOS TERRITORIALES

Comportamiento de la anomalía anual de la temperatura media	157
Comportamiento del índice de precipitación anual	161
Glaciares colombianos y su proceso de derretimiento	165
Volcán Nevado de Santa Isabel: el caso más crítico	169
La alta montaña y el derretimiento de los glaciares: la evidencia más importante del cambio climático en el país	171



6. CAMBIOS EN LOS BOSQUES Y SUELOS COLOMBIANOS: CAUSAS, AGENTES Y RELACIONES AMBIENTALES CLAVE

Susceptibilidad a la degradación de suelos por salinización: una alerta temprana para prevenir la degradación de los ecosistemas	178
Monitoreo de bosques y carbono para Colombia	183
Incendios de la cobertura vegetal	193
Estudio de caso. Monitoreo de las coberturas de la tierra en la Amazonia colombiana y de los cambios que se detectan en ellas de manera multitemporal	196

7. DESARROLLO, SOSTENIBILIDAD Y COMUNIDADES



Calidad del aire y desarrollo urbano	217
Anillo de poblamiento en la Amazonia colombiana	220
Ciudades y asentamientos sostenibles, concentración de la población en áreas urbanas (Índice de Pichemel de la Amazonia colombiana)	224
Impactos sociales de la minería en la Amazonia colombiana	233
Registro Único Ambiental para el sector manufacturero de Colombia	238
Residuos peligrosos en el periodo 2014-2018	243
Seguimiento a las existencias de equipos con PCB	248
Prácticas comunitarias y sostenibilidad	252



Agua y sectores



Autores del capítulo

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam): Nelson Ómar Vargas Martínez, Fabio Andrés Bernal Quiroga, Claudia Nicol Tetay Botía, Carolina Vega Viviescas, Jenny Paola Marín Salazar, María Constanza Rosero Mesa.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP): Giovanni Ramírez, Éric Yaír Cuesta-Ríos, Zulmary Valoyes Cardozo, Luis Eladio Rentería Moreno, Luis Javier Mosquera Ramos, Réimer Rengifo Ibargüen, Yiskar Damián Murillo Asprilla, Kritzzia Jocelín Copete Murillo. **Grupo de Investigación:** Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó biogeográfico. **Líneas de investigación:** Caracterización de ecosistemas estratégicos y Conocimiento y evaluación integral de la calidad del recurso hídrico.

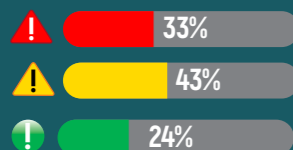
Consejo Comunitario Local del Municipio de Cértegui.

Area Hidrográfica Magdalena. Cauca

▶ **Escorrentía total**
332.333 Mm³/año
16,6% del total nacional.
En el 2017 hubo un **aumento del 21,6%** con respecto al promedio histórico.
Disponibilidad^{**}: 0,01 Mm³/año/hab.

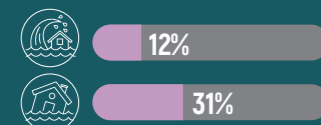
▶ **Grandes embalses*:**
Cantidad: 18
Capacidad de reserva útil:
10.474.84 Mm³/año, concentra el **78,7%** del almacenamiento.

▶ **Estado de calidad del agua**
88 puntos monitoreados:



▶ **Caudales**
Aumento alrededor del **20%**, en los ríos Magdalena y Cauca

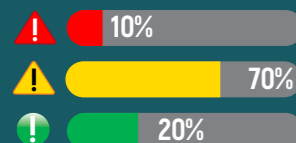
▶ **Municipios afectados**



Area Hidrográfica Pacífico

▶ **Escorrentía total**
293.854 Mm³/año
14,7% del total nacional
En el 2017 hubo un **aumento del 2,2%** con respecto al promedio histórico.
Disponibilidad^{**}: 0,134 Mm³/año/hab.

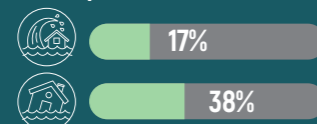
▶ **Grandes embalses*:**
Cantidad: 1
Capacidad de reserva útil:
2746 Mm³/año, concentra el **0,2%** del almacenamiento.



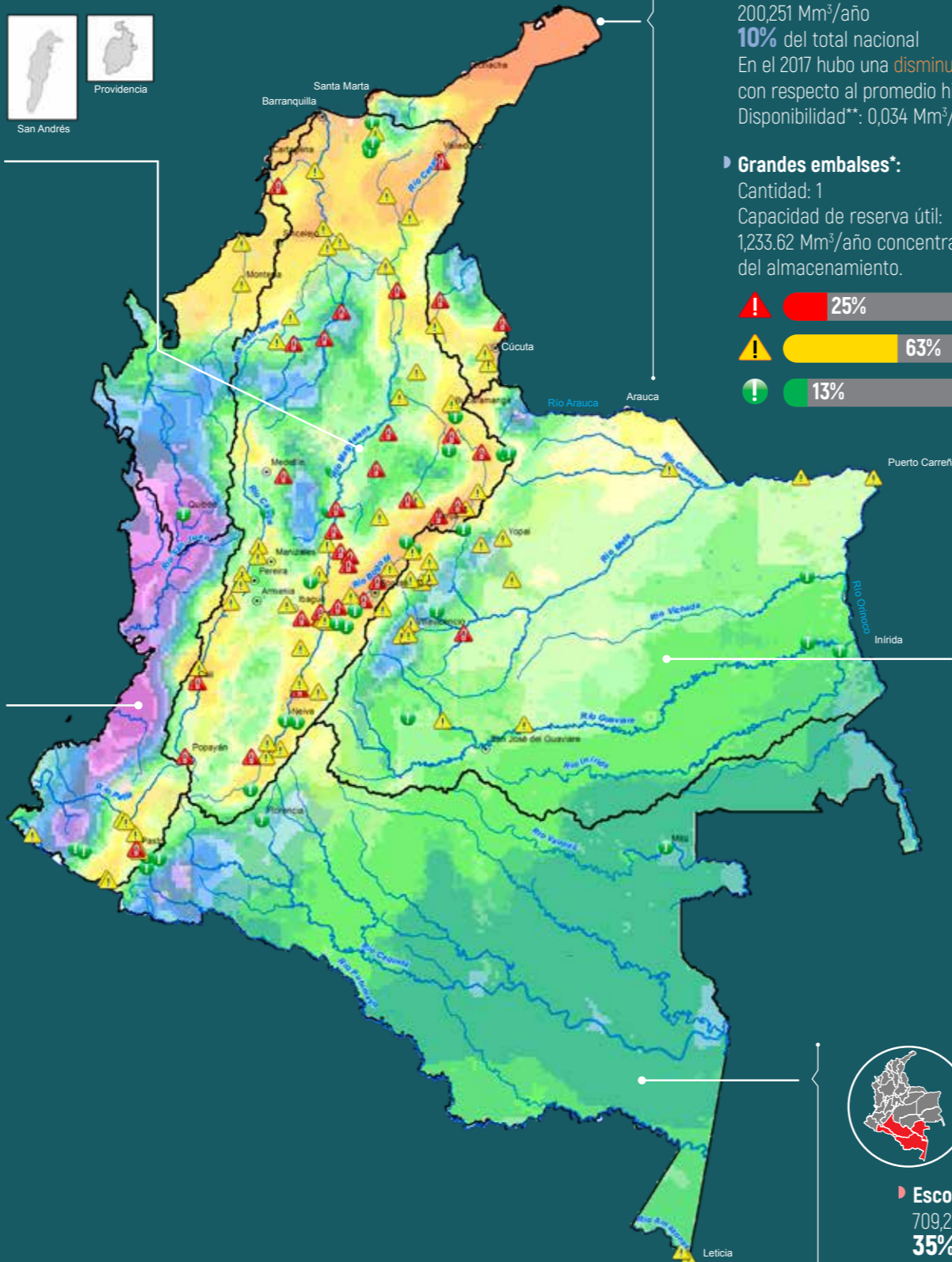
▶ **Estado de calidad del agua**
10 puntos monitoreados:

▶ **Caudales**
Aumento alrededor del **20%**, en el río Mira

▶ **Municipios afectados**



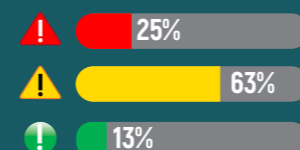
“La información presentada en esta infografía corresponde a datos de referencia año 2017”



Area Hidrográfica Caribe

▶ **Escorrentía total**
200.251 Mm³/año
10% del total nacional
En el 2017 hubo una **disminución del 0,01%** con respecto al promedio histórico.
Disponibilidad^{**}: 0,034 Mm³/año/hab.

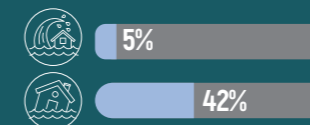
▶ **Grandes embalses*:**
Cantidad: 1
Capacidad de reserva útil:
1.233.62 Mm³/año concentra el **9,3%** del almacenamiento.



▶ **Estado de calidad del agua**
8 puntos monitoreados:

▶ **Caudales**
Aumento hasta del **25%**, en la mayoría de los ríos del Caribe occidental. Mientras que en los ríos del Caribe oriental se presentaron reducciones de hasta el **60%**

▶ **Municipios afectados**



Área Hidrográfica Orinoco

▶ **Escorrentía total**
462.870 Mm³/año
23,2% del total nacional
En el 2017 hubo una **disminución del 13,3%** con respecto al promedio histórico.
Disponibilidad^{**}: 0,223 Mm³/año/hab.

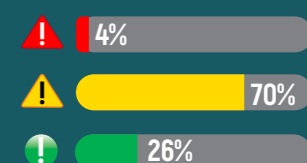
▶ **Grandes embalses*:**
Cantidad: 3
Capacidad de reserva útil: 1.572.3 Mm³ concentra el **11,9%** del almacenamiento.

▶ **Caudales**
Aumentos hasta del **25%**, especialmente en los ríos del piedemonte llanero.

▶ **Municipios afectados**



▶ **Estado de calidad del agua**
88 puntos monitoreados:



Area Hidrográfica Amazonas

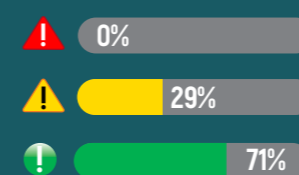
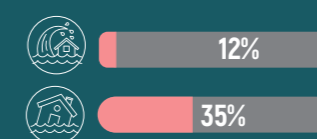
▶ **Escorrentía total**
709.216 Mm³/año
35% del total nacional
En el 2017 hubo una **disminución del 2,6%** con respecto al promedio histórico.
Disponibilidad^{**}: 0,924 Mm³/año/hab.

▶ **Grandes embalses*:**
Cantidad: 0
Capacidad de reserva útil: N/A

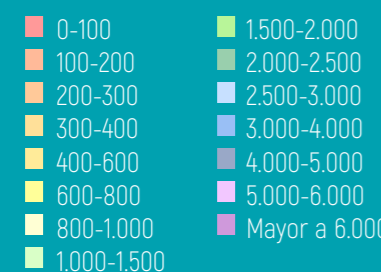
▶ **Estado de calidad del agua**
7 puntos monitoreados:

▶ **Caudales**
Reducciones hasta del **33%**, especialmente en el Putumayo.

▶ **Municipios afectados**



Escorrentía año 2017 (mm)



ICA año 2017

! Regular ! Malo ! Aceptable

Eventos extremos hidrológicos

! Crecientes súbitas y avenidas torrenciales
! Inundaciones



[*] Corresponde a los embalses reportados por XM
[**] Con respecto a la Oferta Total



El año **2017** se caracterizó por la **ocurrencia de una fase fría** (La Niña) durante el segundo semestre. Esto coincidió con el **aumento de caudales del 20 %** de los ríos Magdalena y Cauca, y en los de la vertiente del Caribe colombiano. Sin embargo, los ríos del sur del Pacífico colombiano, de la Amazonía y la Orinoquía registraron una **disminución de los caudales**.


Para el 2017, la disponibilidad hídrica en Colombia, está cerca de los **2.000 km³/año**.

Se generaron eventos de inundación y crecientes súbitas en **34%** y **12%** de los municipios del país, respectivamente.

De acuerdo con los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA), el **26 %** de las estaciones ubicadas en el territorio nacional se encontraron en categoría Aceptable, el **50 %** en categoría Regular y el **24 %** restante en categoría Mala.

Las investigaciones en las ciénagas de medio y bajo Atrato (Montaño, Guineo y Beté) reflejan una **alta riqueza biótica**, que puede alcanzar las **1.000 especies**. Esta cifra se ha logrado gracias al esfuerzo de entidades como el IAP por conocer la biodiversidad de estos ecosistemas.



 Bancode imagenes Imprenta Nacional AdobeStock - hombre en canoa en el parque nacional de Utria junto a Nuqui.

El recurso hídrico es indispensable para la vida humana y el sostenimiento de las actividades productivas del país. La evaluación de la cantidad y calidad del agua superficial es realizada periódicamente por el Ideam con el objetivo de reportar su comportamiento en el tiempo y facilitar su análisis a nivel de área, zona y subzona hidrográfica.

La disponibilidad de información es heterogénea en las diferentes áreas hidrográficas. En el caso particular del

área Magdalena-Cauca, es evidente una mayor densificación de las redes de monitoreo en razón a que en ella se aloja cerca del 80% de la población y se concentran las actividades económicas que contribuyen con algo más del 70% del PIB. Estas circunstancias son suficientes para explicar las altas presiones por el uso del recurso hídrico y afectaciones por la calidad del agua.

En este documento se presenta un análisis por área hidrográfica de la cantidad en términos de esorrentía y caudales y de la calidad en términos del Índice de Calidad del Agua (ICA) promedio anual para el año 2017. De igual forma, se presentan las presiones por los diferentes sectores expresadas en variables de demanda hídrica. Así también se hace referencia a un contexto regional de casos representativos de interés nacional y a las problemáticas que afectan las ciénagas del río Atrato y los ecosistemas hídricos del Chocó.


En el período analizado se mantuvo la oferta hídrica en los valores históricos promedio anuales, destacándose la ocurrencia de eventos de inundación

y crecientes súbitas en el 34 y 12% de los municipios del país, respectivamente.

En cuanto a la calidad, el Índice de Calidad del Agua da cuenta de su estado y las condiciones de calidad, representado por categorías (“buena”, “aceptable”, “regular”, “mala” o “muy mala”), a partir de la ponderación de seis variables: oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos totales en suspensión (SST), pH y la relación entre nitrógeno total y fósforo total (NT/PT). Los resultados del cálculo del indicador con categoría “mala” y “muy mala” obedecen a la afectación de la calidad del agua arriba de la estación de monitoreo, sumado en algunos casos a la medición de los parámetros en época seca.

De manera particular, durante el 2017 las áreas con baja oferta hídrica (<1.000 mm/año), en las cuales existe mayor presión por intervención antrópica, fueron más propensas a una condición de calidad del agua con categoría “mala”, afectada por la baja capacidad de dilución de las corrientes.

En 2017 se monitorearon 136 puntos de la Red de Referencia Nacional de Calidad del Agua, de los cuales el 65% están concentrados en el área hidrográfica Magdalena-Cauca.

 Banco de imagenes Imprenta Nacional AdobeStock- vista aérea del lago de la presa Guatapé.



AGUA CONTEXTO NACIONAL¹

La cantidad de agua superficial anual obedece a la dinámica y variabilidad natural de la climatología nacional, representada por la escorrentía superficial u oferta hídrica, es decir, la parte de la lluvia que fluye sobre la tierra y drena hacia las fuentes superficiales, como ríos, lagos y el mar. El agua en estas fuentes está sujeta a diferentes usos y presiones, por lo que su seguimiento y monitoreo en términos de cantidad con la cuantificación del caudal y calidad con la medición de parámetros físico-químicos permiten evaluar su estado y son determinantes en la gestión integral del recurso hídrico. Este capítulo contiene un análisis de la cantidad en términos de escorrentía y caudales y de la calidad en términos de las categorías del ICA para el año 2017.

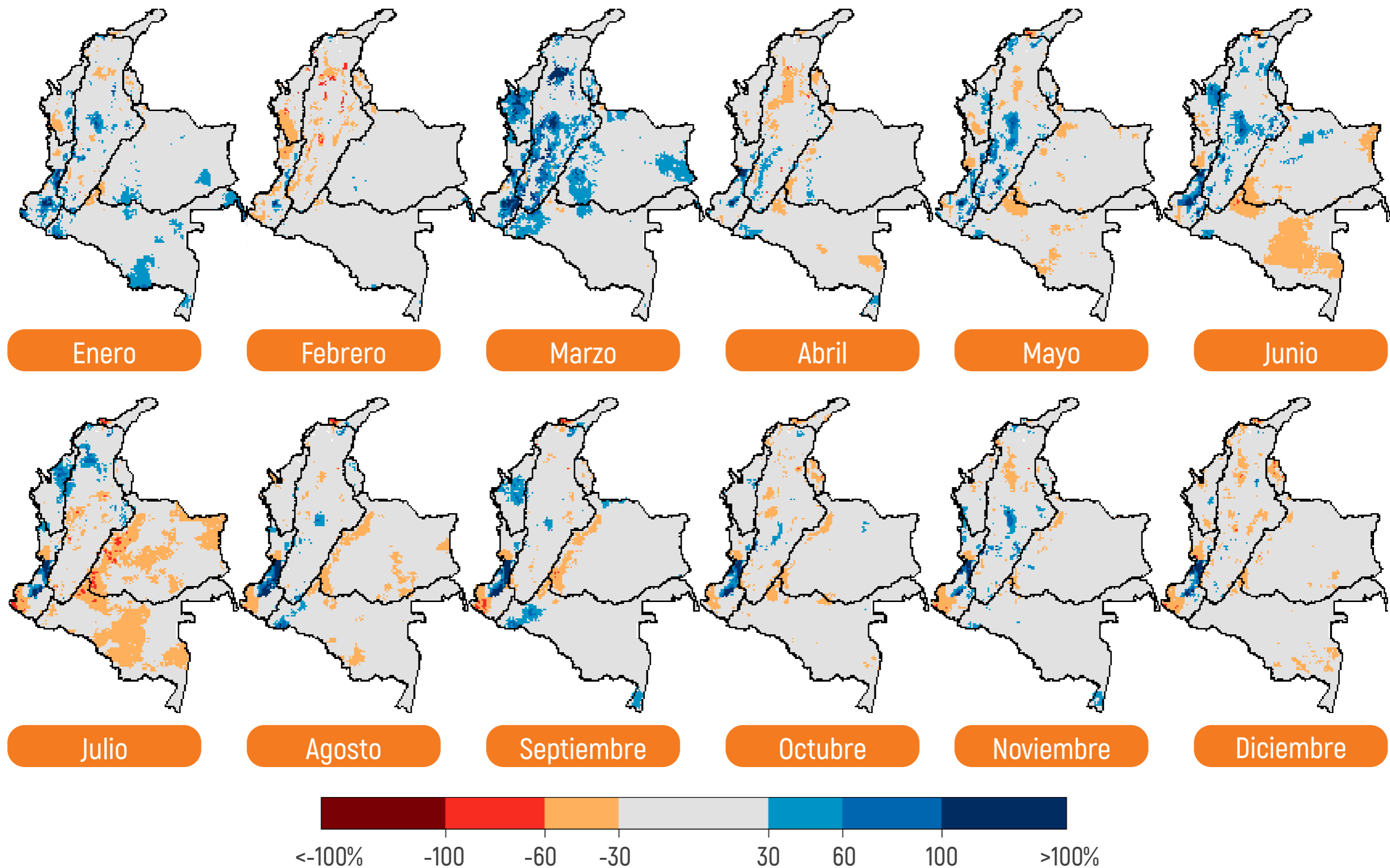
En 2016 se presentó durante el primer semestre una fase cálida del ENSO (El Niño) y en el segundo semestre una fase fría del ENSO (La Niña); anualmente no presenta cambios visibles. Sin embargo, en los ríos Magdalena, Cauca, Mira, Atrato y afluentes del Caribe colombiano predominó la reducción del caudal en razón a una mayor repercusión de la fase cálida en los caudales que la fase fría del ENSO. A esto se suma que el año 2016 estuvo antecedido de un año predominantemente seco.

¹ Preparado por: Ideam – Subdirección de Hidrología. Nelson Ómar Vargas Martínez, Claudia Nicol Tetay Botía, Carolina Vega Viviescas, Jenny Paola Marín Salazar, María Costanza Rosero Mesa.



Figura 1.1

Variación mensual de la escorrentía (%) durante el 2017 con respecto a los promedios multianuales (1983-2016)



Fuente: Ideam.

Por otro lado, los ríos de la Orinoquia colombiana presentan incrementos de caudal sin ser clara su relación con la ocurrencia de El Niño, ya que estos son más influenciados por la oscilación de la temperatura superficial (TSM) del mar Atlántico, y la variabilidad del dipolo de humedad relativa en la media troposfera de la Región Amazónica.

El año 2017 se caracterizó por la ocurrencia de una fase fría del ENSO (La Niña) durante el segundo semestre; se pudo observar coincidencia del 20% con el aumento de caudales en los ríos Magdalena, Cauca y del Caribe colombiano. Lo contrario ocurrió con los ríos del sur del Pacífico colombiano, de la Amazonia y la Orinoquia.

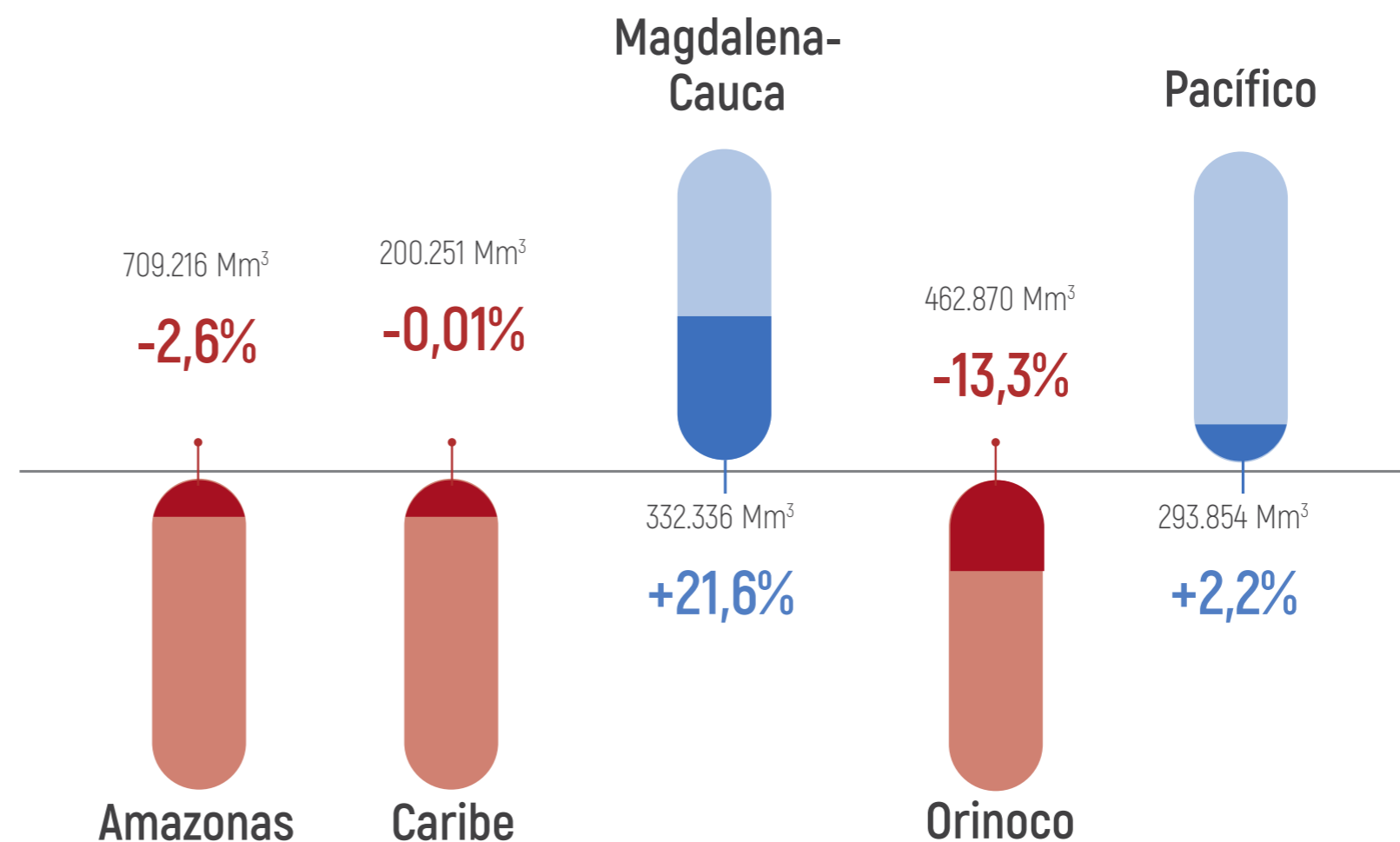
En cuanto a los valores del ICA, se registraron 29 estaciones con categoría “mala” de las 136 monitoreadas. El 70% de las que obtuvieron esta calificación corresponden al área hidrográfica Magdalena-Cauca, de manera particular a los ríos Bogotá, Cauca y Magdalena, los más afectados.

La escorrentía superficial se evaluó a través de la aplicación del modelo hidrológico conceptual Dynamic Water Balance (DWB) [1], basado en los insumos distribuidos de precipitación CHIRPS/IRE y la evapotranspiración calculada con la ecuación de Hargreaves modificada (IDEAM, 2019). Como resultado, se obtuvo una serie de valores mensuales que permiten comparar las variaciones mensuales de la escorrentía del año 2017 con respecto a los promedios históricos mensuales multianuales del período 1983-2017 [2].

Esta variación porcentual se muestra espacialmente en la figura 1.1. Las áreas hidrográficas Pacífico y Magdalena-Cauca presentaron aumento mensual en la escorrentía con respecto al promedio en el primer semestre. Por otra parte, en el segundo se observó disminución, principalmente en el Orinoco.



Figura 1.2
 Oferta total y variación promedio para el año 2017 por Área Hidrográfica



Fuente: Ideam.

En la figura anterior se observa la variación total por área hidrográfica; Amazonas, Caribe y Pacífico tuvieron una oferta cercana a los promedios históricos.

- ▶ En el área hidrográfica Magdalena-Cauca se superaron los promedios en un 21,6%, influenciado por la fase fría débil del ENSO (La Niña) del año 2017, de acuerdo con los indicadores SOI (Southern Oscillation Index), ONI (Oceanic Niño Index) y MEI (Multivariate ENSO Index).
- ▶ En contraste, la Orinoquia, aunque cercana a las condiciones normales, tuvo una menor oferta de agua superficial.
- ▶ El análisis del caudal permitió comparar los valores anuales de los años 2016 y 2017 en estaciones representativas de los principales ríos de Colombia y sus promedios anuales multianuales del período 1974-2017, caracterizados como un año normal. Esta comparación permite inferir aumentos o disminuciones del caudal con respecto a la condición normal.

ANÁLISIS POR ÁREA HIDROGRÁFICA



A continuación se revisan las condiciones de cantidad y calidad del agua por área hidrográfica, haciendo énfasis particular en las condiciones del año 2017. Se presentan las series de escorrentía mensuales por área hidrográfica correspondientes al período 2016-2017 ya que el comportamiento medio del año de referencia en la cuenca responde a las condiciones finales del año 2016. Adicionalmente, las series se pueden comparar con los valores máximos, mínimos (franja sombreada) y el promedio histórico mensual de escorrentía del periodo 1983-2017 (línea blanca punteada).

En relación con los caudales, se evaluó su disminución o aumento en los ríos que cuentan con información para el análisis en el año de referencia. En los apartes de cada área hidrográfica se describen los resultados obtenidos mediante gráficos que muestran las variaciones del caudal con respecto a los promedios históricos, buscando identificar comportamientos regionales comunes.

En cuanto a la calidad del agua, se presentan los resultados del ICA por área hidrográfica, resaltando las estaciones con categoría “regular” y “mala” durante 2017. En el caso particular del área hidrográfica Magdalena-Cauca, se muestra un análisis gráfico en cuatro de las corrientes más importantes del área, que cuentan en su recorrido con cinco o más estaciones.



Área Hidrográfica Amazonas

En la cuenca del Amazonas, la escorrentía conservó valores cercanos al promedio hasta el primer trimestre del 2017, seguidos por valores de escorrentía por debajo del promedio, particularmente en la parte media del área hidrográfica. Sin embargo, el mapa mensual del análisis nacional muestra un incremento localizado de la oferta en el occidente del departamento de Putumayo en marzo. En la figura 1.1 se presenta de forma gráfica la variación espacial de la escorrentía, siendo coincidente con algunas avenidas torrenciales presentadas en la región.

Con respecto a los caudales en esta área hidrográfica, en la parte alta del río Putumayo, a la altura de Puerto Asís (Putumayo) se presentó una disminución del 19% en el 2016 que se acentuó en el 2017 al 33%. Si bien en este sector se observaron durante enero, marzo y septiembre de dicho año los aumentos más significativos de escorrentía en toda el área hidrográfica, estos fueron contrarrestados con caudales muy bajos al inicio del mismo año y la disminución de la escorrentía en el segundo semestre. Estas condiciones limitaron la recuperación de los caudales, haciendo que el valor anual presente la mayor reducción en este río.

Por otra parte, la cuenca alta del río Caquetá a la altura de Florencia (Caquetá), en su cauce principal y en su afluente Orteguzaza, registraron condiciones dentro de lo normal en los años 2016 y 2017. Sin embargo, el mayor número de emergencias asociadas a inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales se reportaron en la cuenca alta y media del río Caquetá. Esto puede deberse a eventos de gran magnitud ocurridos, que no generaron



Figura 1.3

Escorrentía promedio del Área Hidrográfica Amazonas en el periodo 2016 - 2017

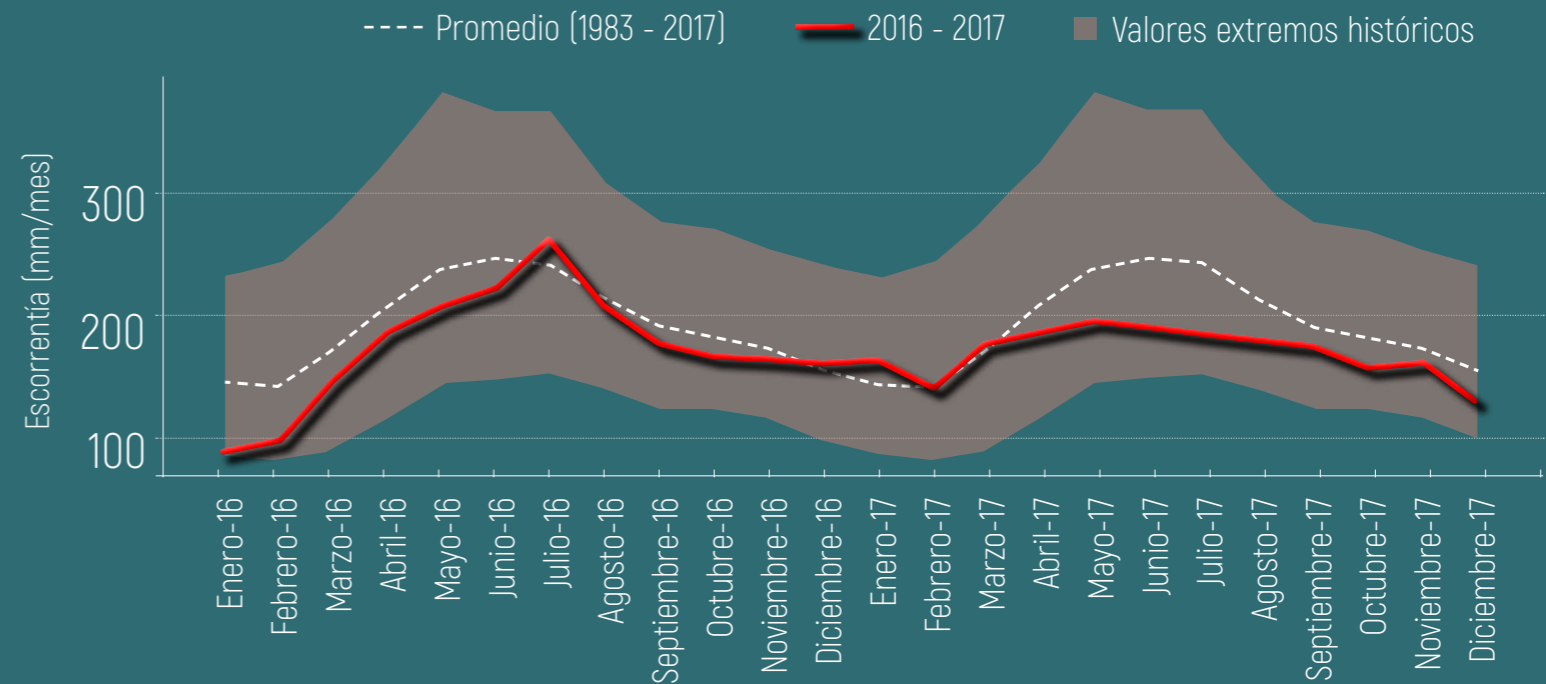
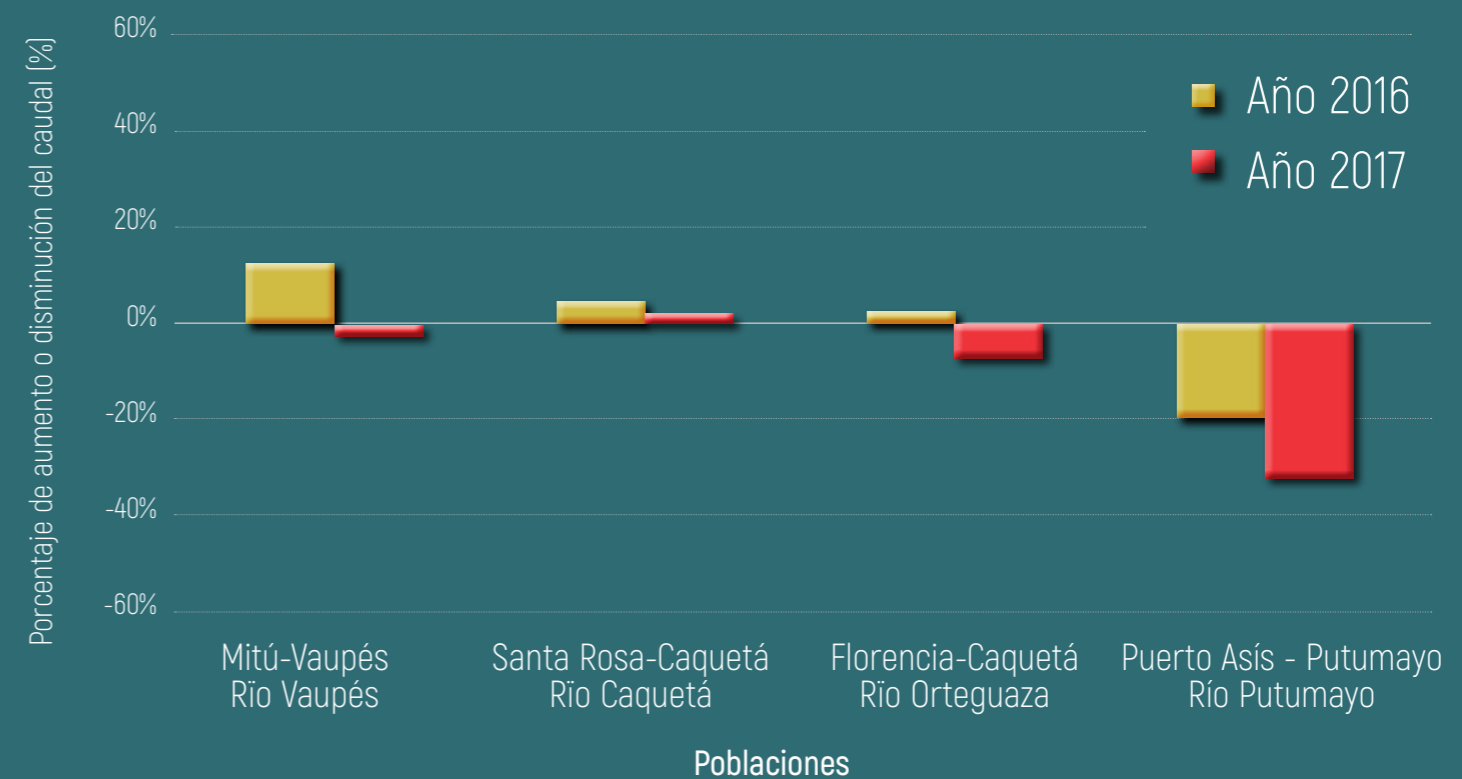


Figura 1.4

Variación del caudal anual en los ríos Caquetá, Putumayo y Vaupés



Fuente: Ideam.

grandes cambios en la escorrentía total mensual ni en el caudal medio anual debido a su corta duración.

Adicionalmente, en el río Vaupés, ubicado al oriente del área hidrográfica, se observó un aumento del 12% en el año 2016, mientras que durante el año 2017 presentó una condición muy cercana a los promedios históricos, lo cual responde a que los aportes por escorrentía en la cuenca se mantuvieron dentro de lo normal. *Nota: El análisis del caudal permitió comparar los valores anuales de los años 2016 y 2017 en estaciones representativas de los principales ríos de Colombia y sus promedios anuales multianuales del período 1974-2017, caracterizados como un año normal. Esta comparación permite inferir aumentos o disminuciones del caudal con respecto a la condición normal.*

Para evaluar las condiciones de calidad del agua en esta área hidrográfica (AH), se emplearon siete estaciones de la red, ubicadas sobre la laguna Guamez, y los ríos Hacha, Putumayo, Vaupés y Amazonas.

De acuerdo con los resultados del ICA, solamente en las estaciones Leticia y Nazareth, ubicadas en el municipio de Leticia, corriente Amazonas, las condiciones de calidad del agua fueron de categoría “regular” por el aporte en nutrientes (PT, NT) y materia orgánica (DQO). En las demás estaciones, las condiciones de calidad del agua fueron de categoría “aceptable”.





Área Hidrográfica Caribe

De acuerdo con las series históricas en el área hidrográfica Caribe, el año 2016 inició con condiciones por debajo de lo normal, coincidiendo con la ocurrencia de la fase cálida del ENSO “El Niño”. Durante el año 2017 se observó una recuperación gradual hacia condiciones medias, favoreciendo el aumento de los caudales de algunos ríos del Caribe, como Sinú, Palomino, Ranchería, Guachaca, Pamplonita y Salazar. Esta condición generó en el segundo semestre del año eventos de inundación en los municipios de Montería y Cereté, en Córdoba.

El 2016 fue un año predominantemente seco, presentándose la condición más crítica en los ríos Guachaca, Ranchería y Pamplonita, donde las reducciones superaron el 40% con respecto al promedio. Por su parte, durante el 2017 se presentó un aumento del caudal de los ríos Sinú, Guachaca y Palomino cercano al 20%, mientras que en el río Salazar se mantuvo una reducción. Si bien los aportes de escorrentía se encontraron alrededor de los valores promedio, no fueron suficientes para llevar los caudales a una condición normal. De manera particular, en el río Atrato se observó una mayor reducción del caudal en su cuenca alta.

El río Sinú, en el sector entre El Naranjo hasta Lórica, en el departamento de Córdoba, reportó reducciones de hasta el 19% durante 2016. Por su parte, en 2017 los caudales estuvieron por encima del promedio histórico entre 4 y 16%.

Durante el 2016, el río Guachaca, a la altura de Guachaca (Magdalena), cerca de la desembocadura al mar Caribe, registró



Figura 1.5

Escorrentía promedio del Área Hidrográfica Caribe en el periodo 2016 - 2017

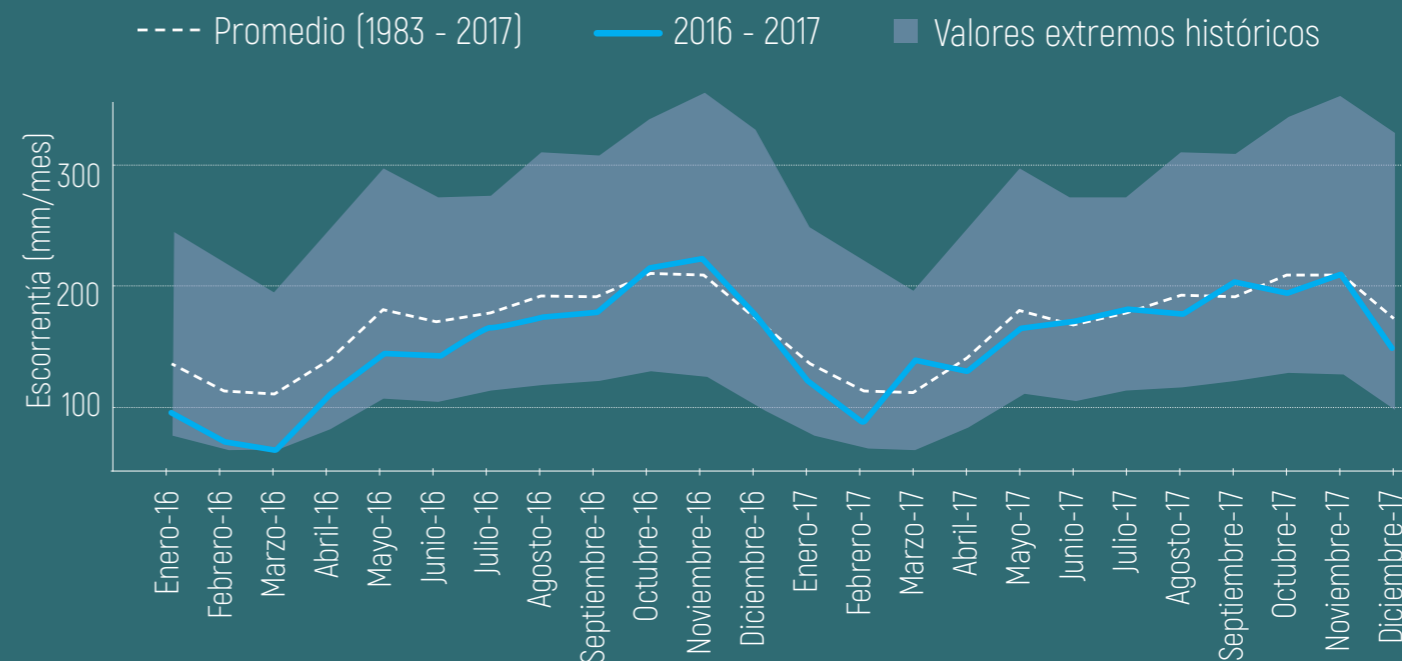
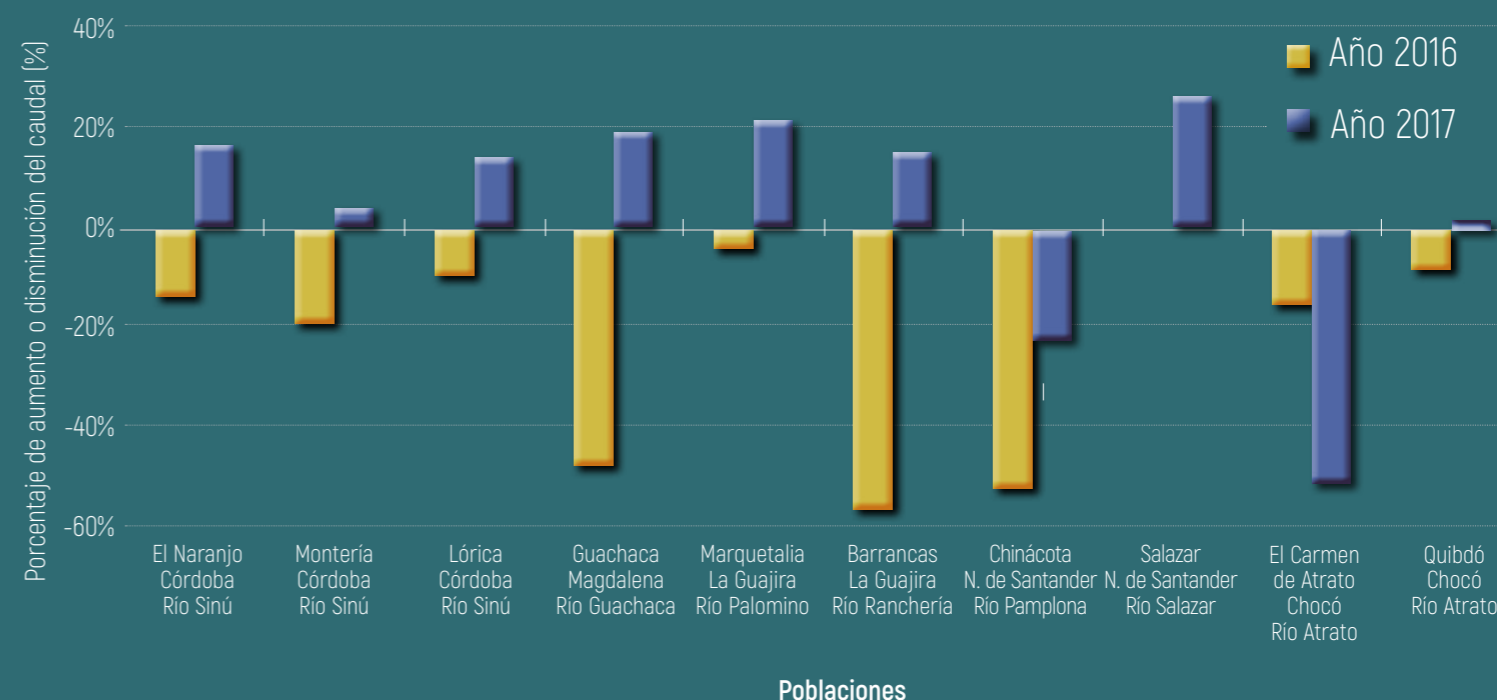


Figura 1.6

Variación del caudal anual en los ríos Sinú, Guachaca, Palomino, Ranchería, Pamplonita, Salazar y Atrato



Fuente: Ideam.

descensos en el caudal del 48%. En el año 2017 se tuvieron incrementos del 20%. Así mismo, en el año 2016, en el río Palomino (Marquetalia, La Guajira) y en el río Salazar (Salazar, Norte de Santander) se registraron caudales cercanos a los promedios. En el 2017, por su parte, se observaron incrementos de 22 y 26%, respectivamente.

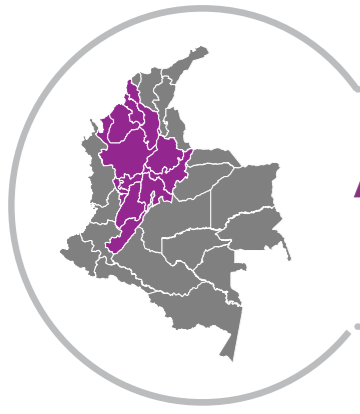
El río Pamplonita en Chinácota, Norte de Santander, reportó caudales un 53% por debajo de los promedios durante el año 2016. En el 2017 hubo una ligera recuperación, pero al final se mantuvo la condición seca con reducción del 23%.

El río Atrato en su cuenca alta, en El Carmen de Atrato (Chocó), presentó disminuciones del orden del 15% en el año 2016. De forma particular, en 2017 registró una disminución del caudal del 52%.

El río Ranchería registró en Barrancas (La Guajira) en el 2016 una reducción de caudal, mientras que en el 2017 se recuperó el caudal por encima de los medios. De manera particular, este punto de monitoreo cuenta con información disponible no mayor a los 9 años, por lo que el porcentaje de aumento o disminución es indicativo.

En la evaluación de las condiciones de calidad del agua, en el AH se monitorearon 7 estaciones, ubicadas en 5 corrientes, de las cuales, únicamente en la estación Aguas Claras (Cúcuta, Norte de Santander), sobre la corriente del río Pamplonita la condición de calidad del agua es de categoría “mala”, resultado dado por valores altos en conductividad eléctrica y demanda bioquímica de oxígeno. Las demás estaciones presentaron condiciones de calidad del agua con categoría “regular”, coincidiendo en estas estaciones el mayor aporte de nutrientes y sólidos suspendidos totales, posiblemente por descargas difusas agrícolas y pecuarias, que vienen por escorrentía y aguas residuales domésticas.





Área Hidrográfica Magdalena-Cauca

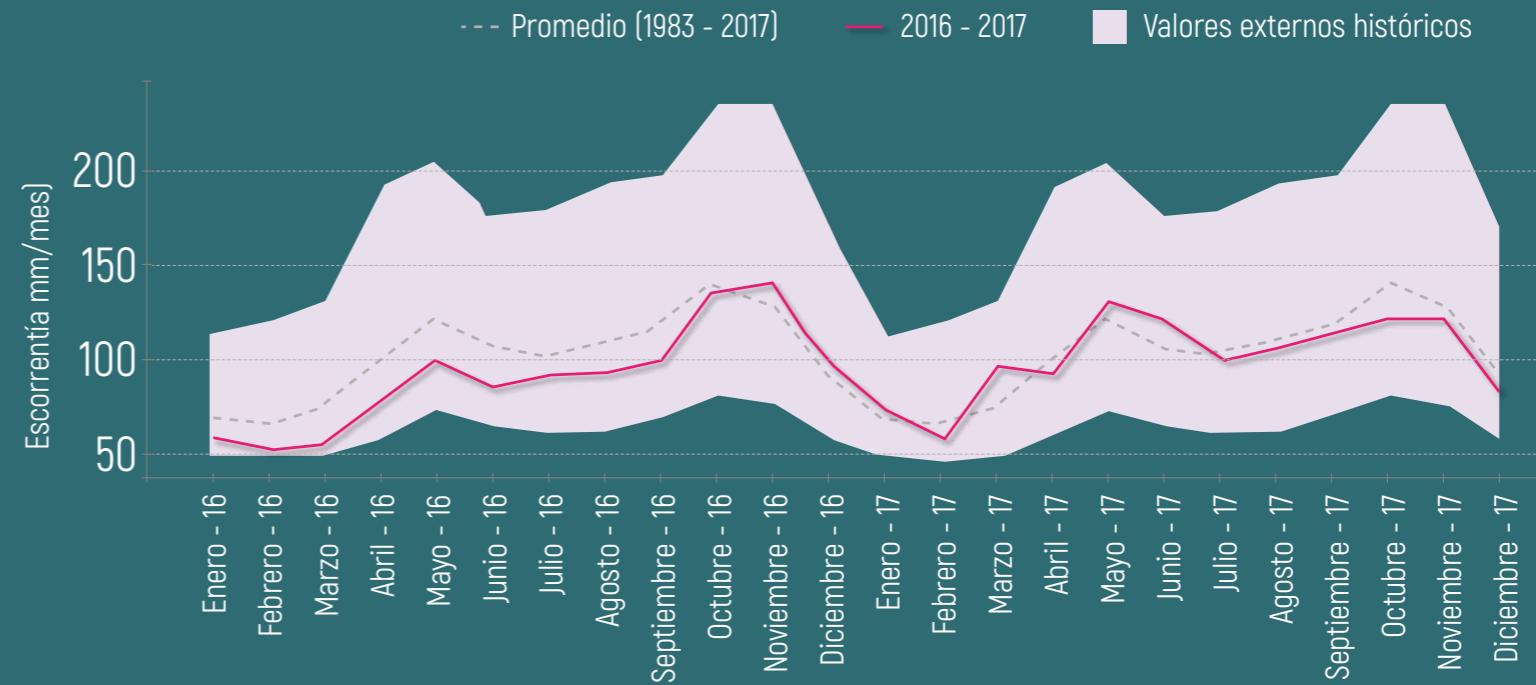
Los resultados de escorrentía en el área hidrográfica Magdalena-Cauca indican que el año 2017 fue un período de recuperación para la cuenca, puesto que en el año 2016 presentó valores por debajo de los promedios históricos asociados a la ocurrencia de “El Niño”. A pesar de que durante 2017 no tuvo una fase predominante del ENSO, la escorrentía superó los promedios históricos en el primer semestre.

A continuación se detallan las condiciones de caudal y calidad del agua en los dos ríos más importantes de esta área hidrográfica, los cuales son a su vez los más monitoreados y sometidos a mayores presiones en el país.

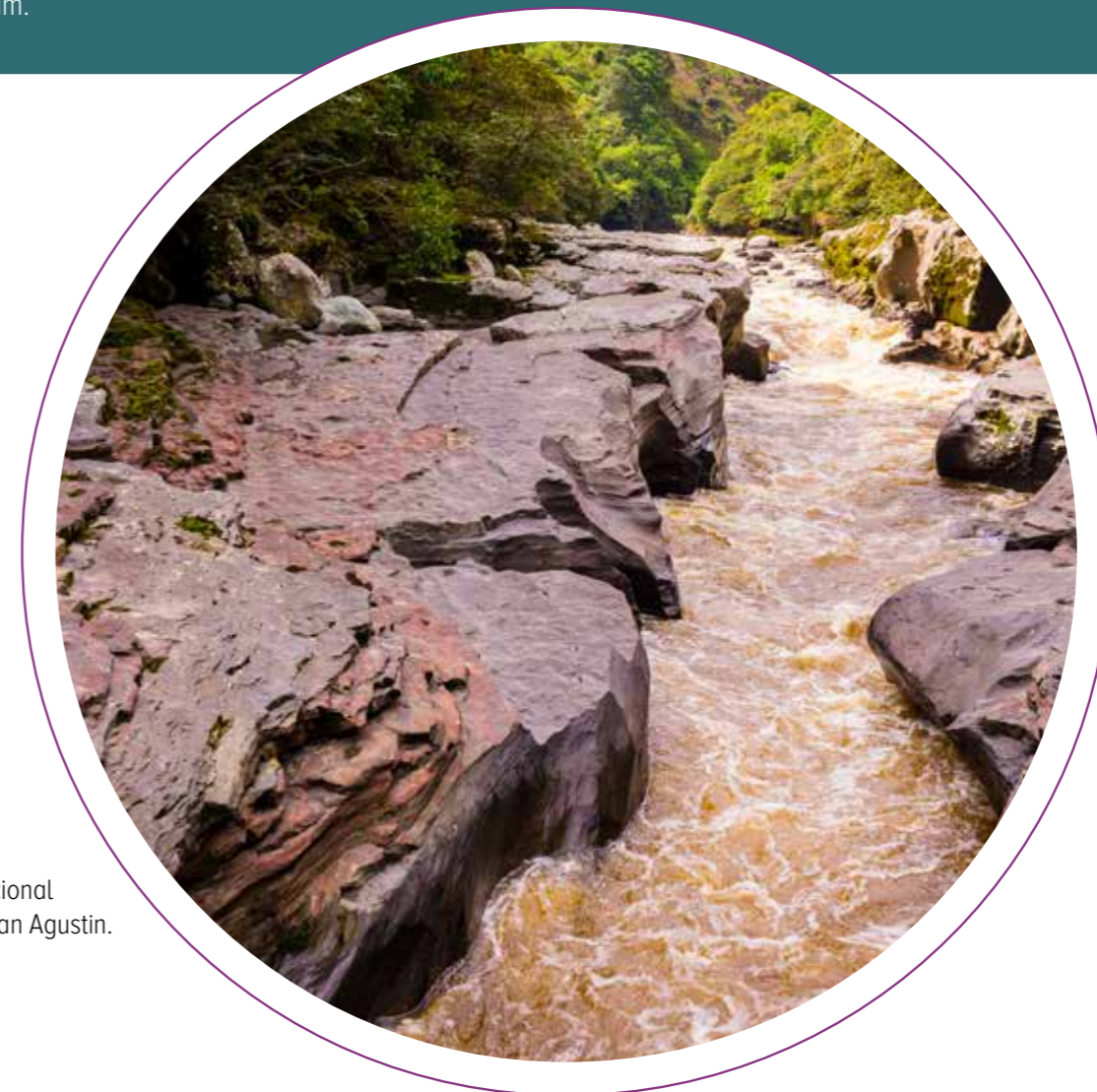
Los resultados de escorrentía en el área hidrográfica Magdalena-Cauca indican que el año 2017 fue un período de recuperación para la cuenca, puesto que en 2016 presentó valores por debajo de los promedios históricos asociados a la ocurrencia de “El Niño”.



Figura 1.7
Escorrentía promedio del Área Hidrográfica Magdalena-Cauca en el período 2016-2017



Fuente: Ideam.



Banco de imagenes Imprinta Nacional
AdobeStock - río Magdalena en San Agustín.

Río Cauca

En este río se registraron valores de caudal por debajo de los promedios históricos en el año 2016. En contraste, durante el año 2017 prevalecieron valores hasta de un 25% por encima de los promedios históricos.

Particularmente, en la cuenca alta del río, en el municipio de La Virginia (Risaralda), se presentaron reducciones del caudal del 36% en el año 2016. En el 2017 se registró un incremento del 25%, que corresponde al mayor observado a lo largo del cauce.

De la misma manera, en la cuenca media, en el sector comprendido entre La Pintada y Puerto Valdivia (Antioquia) durante el 2016 se presentaron disminuciones de caudal del 55%. En contraste, en el año 2017 los caudales se mantuvieron por encima del promedio hasta en un 16%.

Finalmente, en la cuenca baja, desde Caucasia (Antioquia) hasta Guaranda (Sucre) los caudales se mantuvieron por debajo de los promedios, registrándose la condición más crítica al inicio del tramo, con un 37%. Posteriormente, los caudales se recuperaron paulatinamente hacia el final del tramo. Siguiendo esta tendencia, en el 2017 los caudales aumentaron hasta un 15% por encima del promedio.

Por otro lado, para el análisis de calidad del agua del año 2017 en la corriente del río Cauca, se evaluaron 6 estaciones. En Julumito (Popayán, Cauca) y Juanchito (Candelaria, Valle del Cauca) la categoría del ICA fue “mala” debido al aporte de sales (CE), sólidos (SST), materia orgánica (DQO) y nutrientes (NT, PT). Esta condición cambió a “regular” en las estaciones La Virginia (La Virginia, Risaralda) e Irra (Neira, Caldas).

Aguas abajo, en las estaciones la Coquera (Caucasia, Antioquia) y Las Varas (San Jacinto del Cauca, Bolívar) la categoría volvió a ser “mala” a causa de las concentraciones de sólidos (SST), materia orgánica (DQO) y nutrientes (NT, PT), influenciado por aguas residuales domésticas y vertimientos difusos.



Figura 1.8

Variación del caudal anual con respecto al promedio histórico (periodo 1974-2017) río Cauca

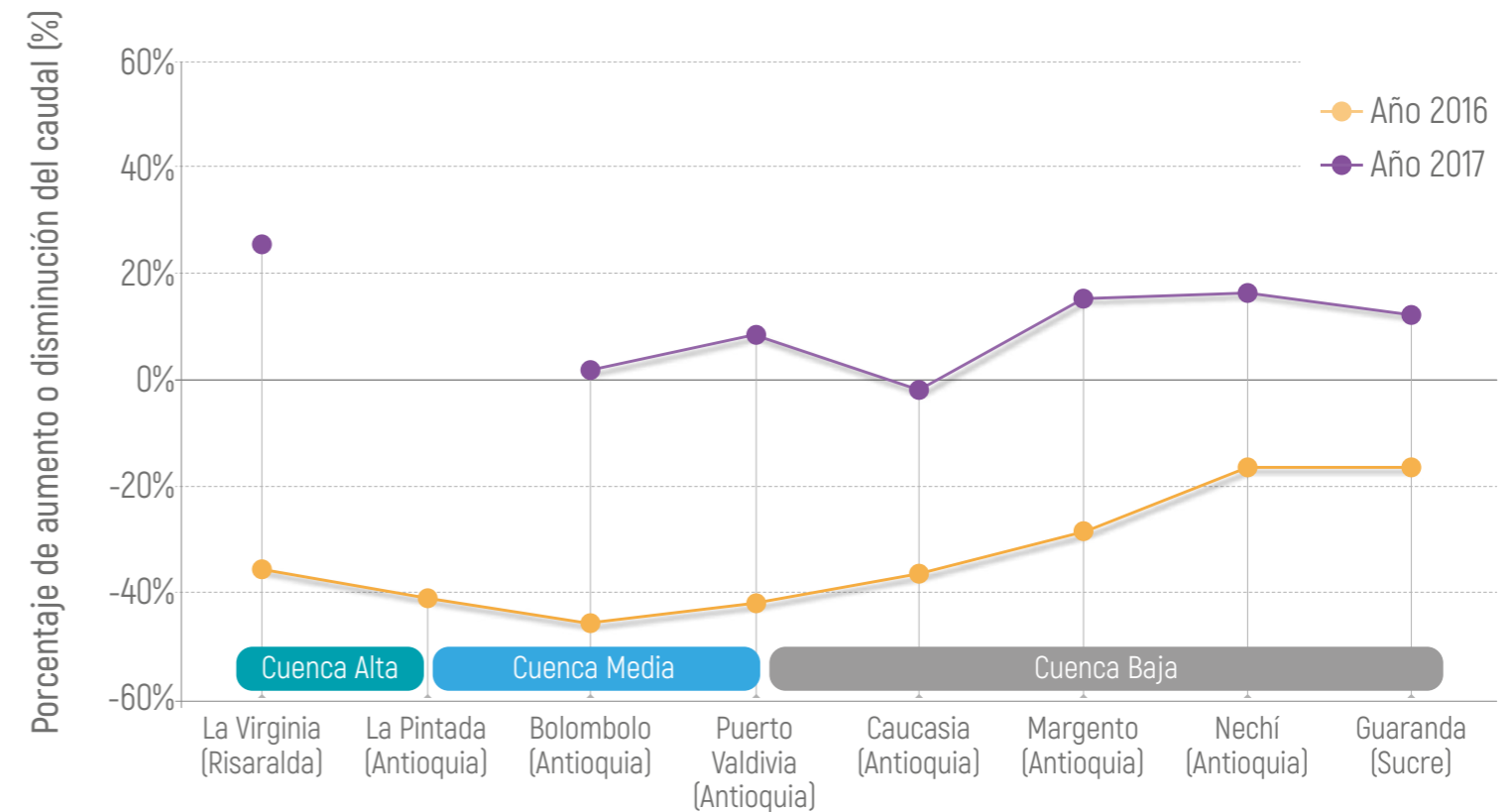
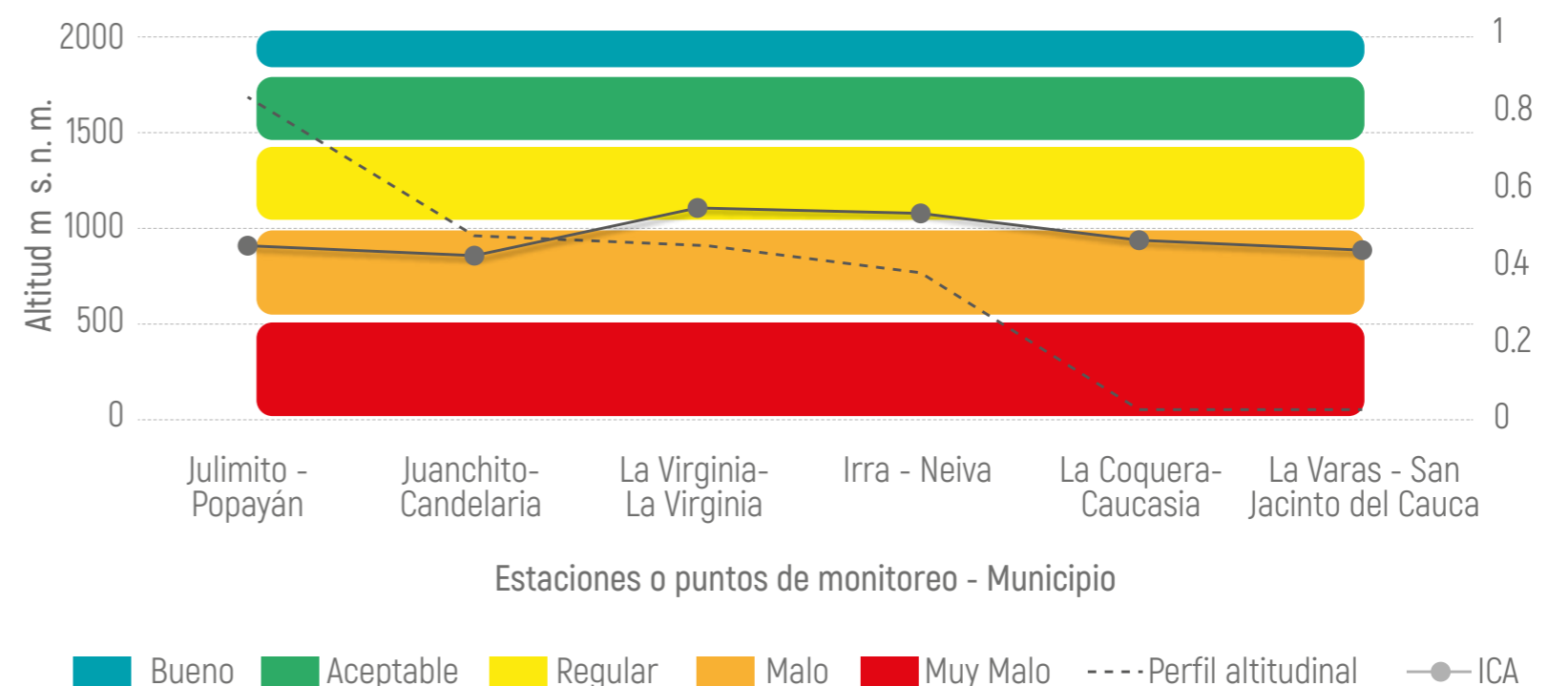


Figura 1.9

Comportamiento del ICA en el río Cauca en el 2017



Fuente: Ideam.

Río Magdalena

Durante el año 2016, el río Magdalena registró valores de caudal por debajo de los promedios históricos, siendo los afluentes de la cuenca baja los más afectados debido a la reducción de la escorrentía.

Por su parte, en el año 2017 prevalecieron los caudales por encima de los promedios históricos, alcanzando diferencias de hasta el 40%, los cuales fueron condicionados por los altos volúmenes de escorrentía aportados durante el primer semestre, especialmente en la parte alta y media de la cuenca. Esto último se vio reflejado en la ocurrencia de emergencias por inundaciones, crecientes súbitas y avenidas torrenciales en más de 10 departamentos ubicados en la cuenca.

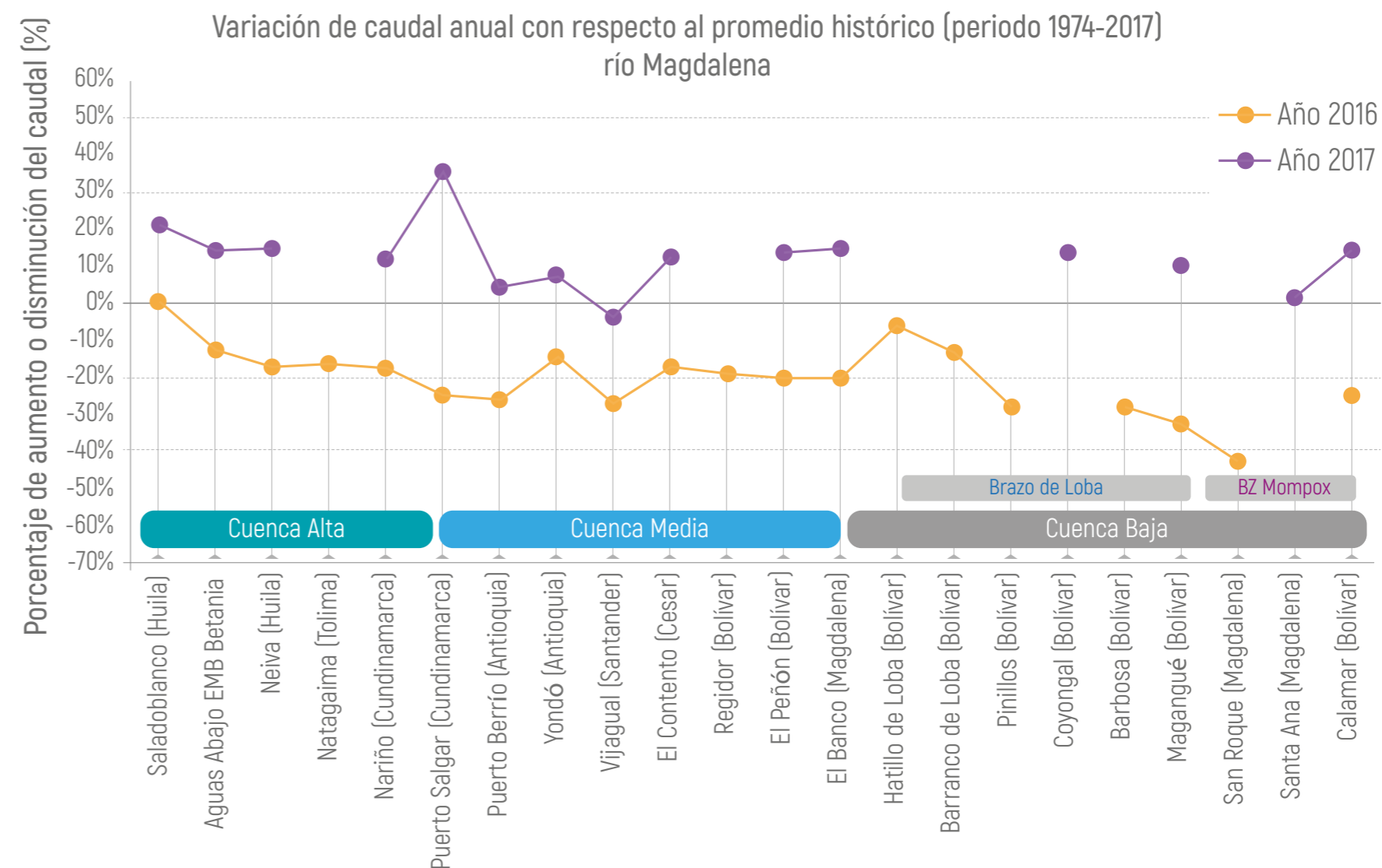
Específicamente, en la cuenca alta del río Magdalena en el sector comprendido entre Saladoblanco (Huila) y Puerto Salgar (Cundinamarca), se registraron las mayores reducciones de caudales en el año 2016, siendo el tramo crítico el comprendido entre Natagaima (Tolima) y Puerto Salgar (Cundinamarca), con disminuciones de hasta el 34%. En el año 2017 predominaron caudales por encima de los valores medios hasta en un 20%.

La cuenca media del río Magdalena, sector Puerto Salgar (Cundinamarca) – El Banco (Magdalena), presentó durante el año 2016 disminuciones de caudal entre el 14% y el 28%. En el 2017, los caudales se mantuvieron por encima del promedio hasta en un 15%.

En la cuenca baja, el río Magdalena se bifurca a la altura del El Banco (Magdalena) dando origen al Brazo de Loba y al Brazo de Mompox que nuevamente confluyen a la altura de la vereda Tierra Grata (Santa Ana, Magdalena). En el Brazo de Loba, el punto más crítico registrado del 2016 corresponde a Magangué (Bolívar) con una reducción de caudales del 32%. En este tramo se registró una recuperación de caudales en 2017, superando los promedio hasta en un 15%. Por otro lado, en el Brazo de Mompox, el sector de San Roque hasta San Ana, tuvo una reducción de caudal con valores de hasta el 44% en el 2016, mientras que los caudales más altos se presentaron en el 2017, sin superar el 10% del promedio histórico.



Figura 1.10
Variación del caudal anual en el río Magdalena

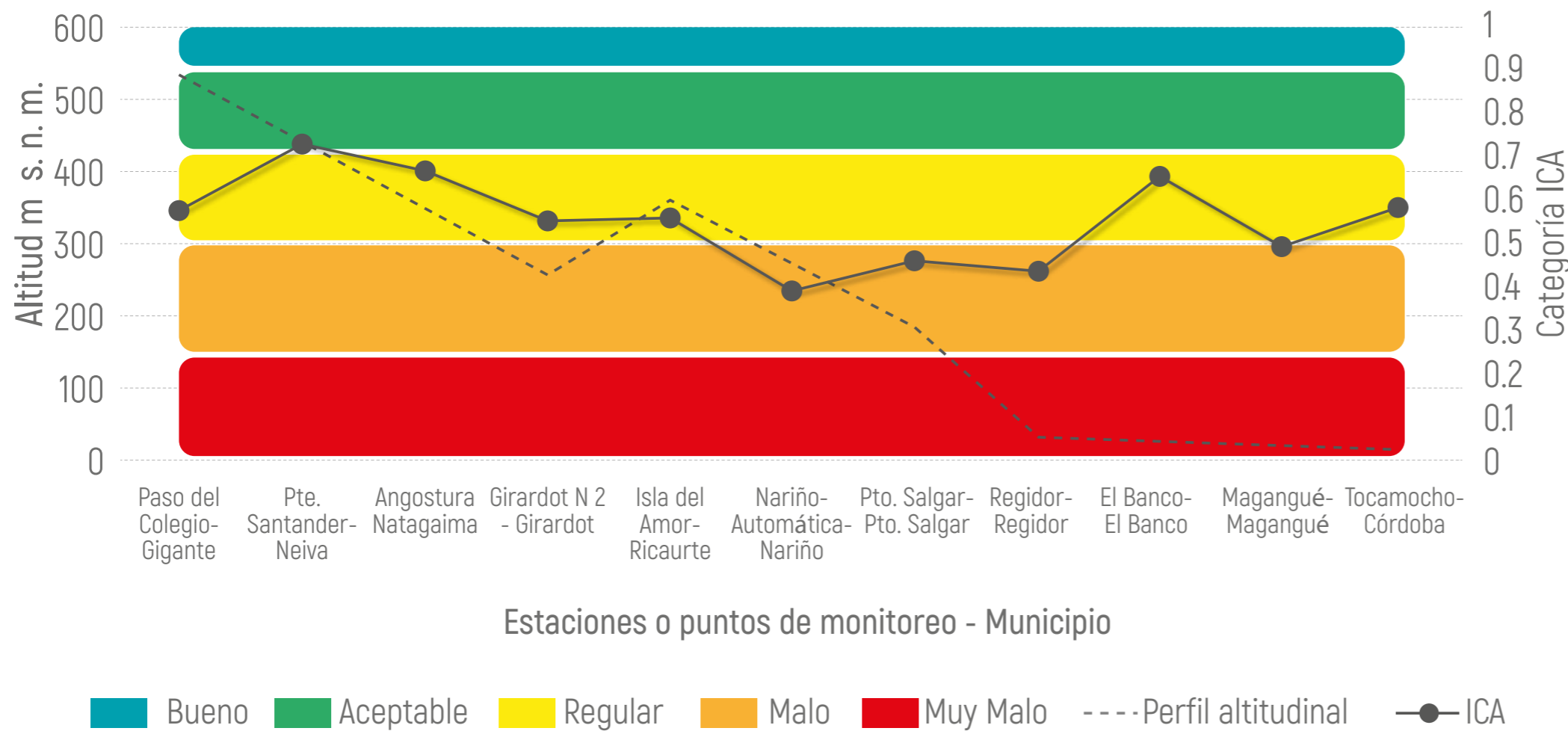


Fuente: Ideam.

En la corriente del río Magdalena se encuentran 11 estaciones de monitoreo de calidad del agua. Las localizadas entre los municipios Gigante (Huila) y Ricaurte (Cundinamarca) presentaron categoría “regular” del ICA debido al aporte de materia orgánica (DQO) y sólidos (SST). Entre los municipios de Nariño (Cundinamarca) y Regidor (Bolívar), la condición cambia a categoría “mala” por el aporte de nutrientes (NT, PT), sólidos (SST) y materia orgánica (DQO) influenciado por aguas residuales domésticas y vertimientos difusos agrícolas y pecuarios.



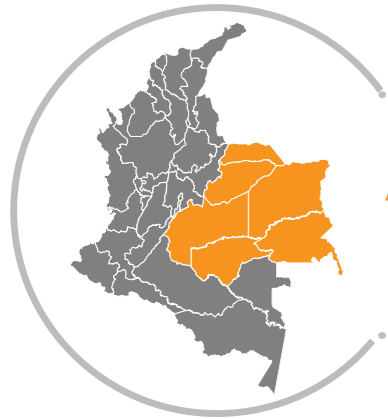
Figura 1.11
 Comportamiento del ICA en el río Magdalena en el 2017



En las estaciones de los municipios El Banco (Magdalena), Magangué y Córdoba (Bolívar), la categoría del ICA cambia a “regular” posiblemente por el aumento del caudal, que favorece una mayor dilución de las concentraciones.

Fuente: Ideam.





Área Hidrográfica Orinoco

Aunque a nivel regional el área hidrográfica Orinoco no presentó valores de escorrentía muy inferiores a las condiciones normales durante el 2017, este puede clasificarse como un año atípico debido a las reducciones en los caudales de los ríos principales como Metica y Negro-Guayuriba (afluentes del río Meta).

En los ríos de esta área hidrográfica se observó un aumento en los caudales entre el 4 y 69% durante el 2016, mientras que en el 2017 predominaron caudales por debajo de lo normal con reducciones hasta del 16%. Estas condiciones son contrarias a las generadas por el ENSO en el área hidrográfica Magdalena-Cauca.

Particularmente, en la cuenca del río Meta, en Humapo (Meta) se registró un aumento de los caudales en el año 2016, llegando al 21% por encima del promedio. En contraste, en 2017 fueron cercanos a las condiciones normales. Así mismo, durante el 2016 en la cuenca media, los ríos Lengupá y Cusiana presentaron incrementos del 4 y 69%, respectivamente, y se mantuvieron en el rango de las condiciones normales en 2017. Por otro lado, el río Tocarí, afluente al Upía, tuvo condiciones por debajo de lo normal para el 2016 y el 2017, presentándose en este último año la condición más crítica, con reducción de los caudales del 16%.

Adicionalmente, se realizó el análisis en la cuenca del río Guaviare, específicamente en sus afluentes Güejar, Guayabero y Ariari, así como en su cauce principal en los municipios de Mapiripán (Meta) y San José del Guaviare (Guaviare). En general, los caudales se mantuvieron por encima del promedio histórico durante el año 2016 con aumentos de hasta el 9% en el cauce principal y el



Figura 1.12

Escorrentía promedio del área hidrográfica Orinoco en el período 2016-2017

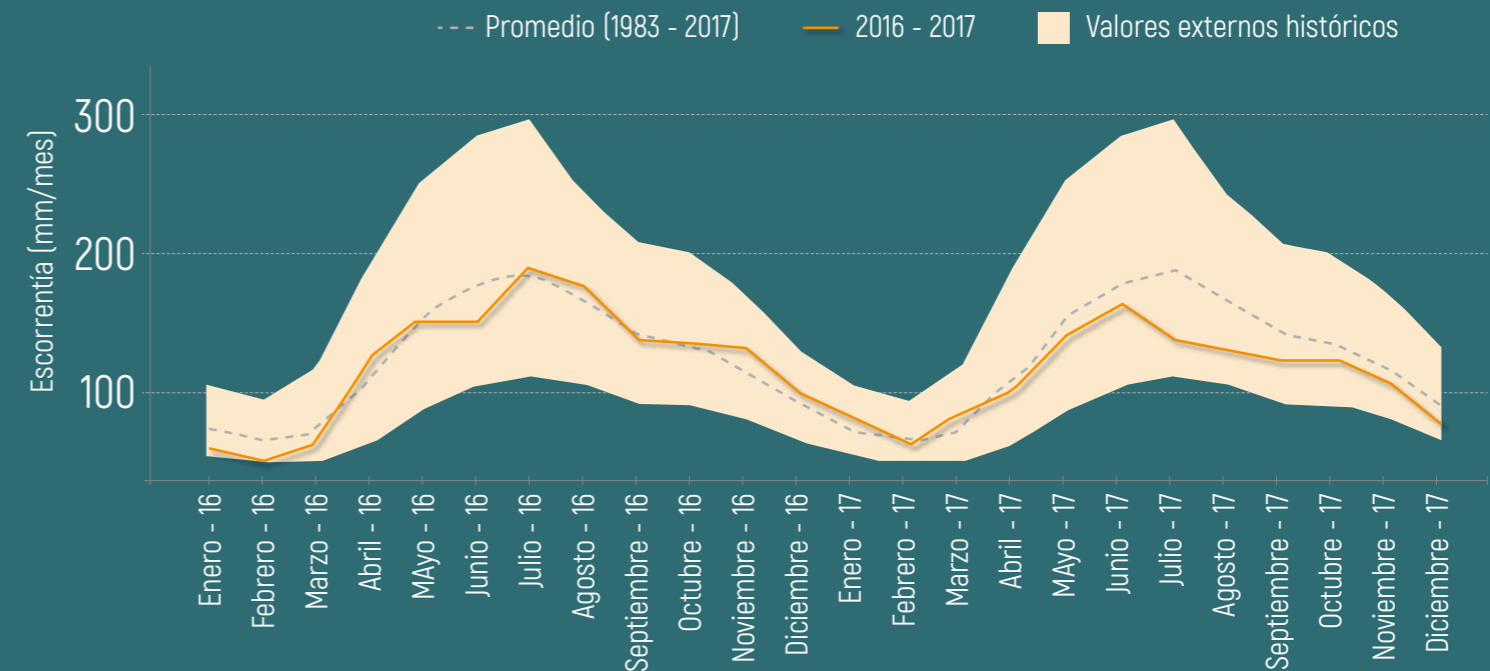
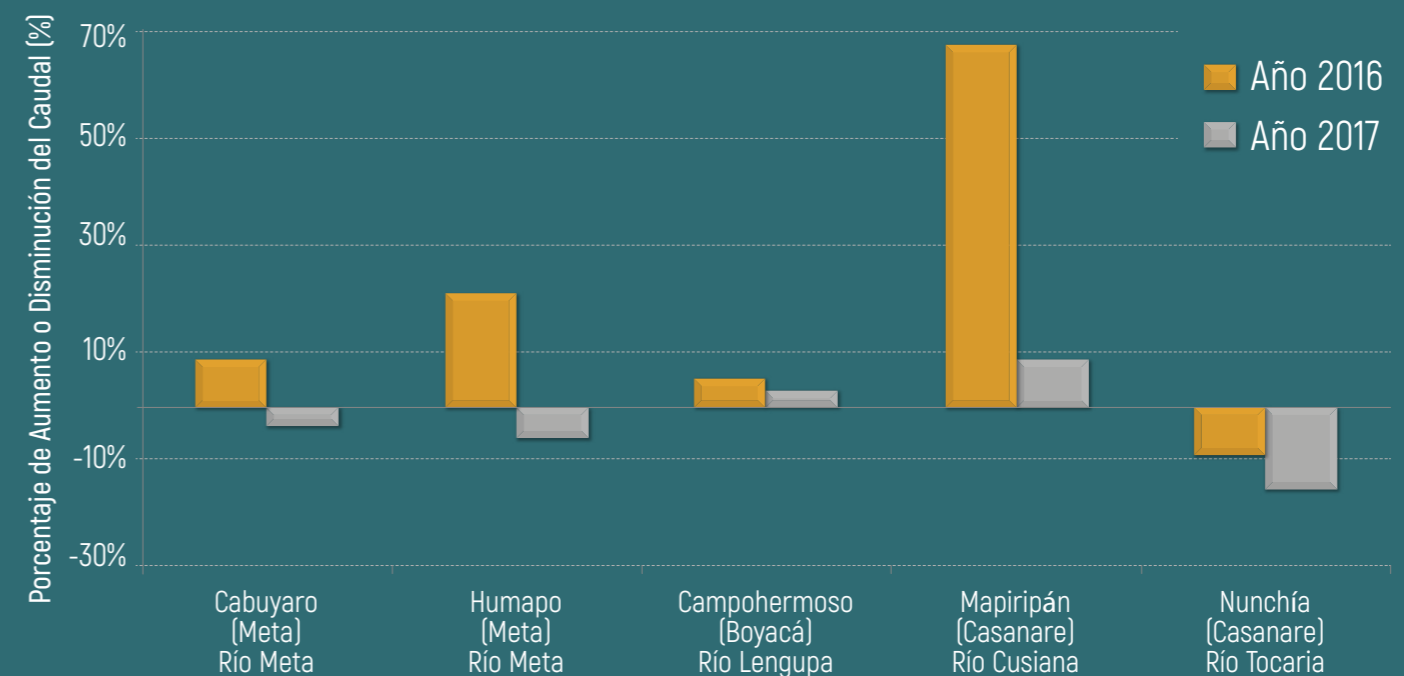


Figura 1.13

Variación del caudal anual en la cuenca del río Meta



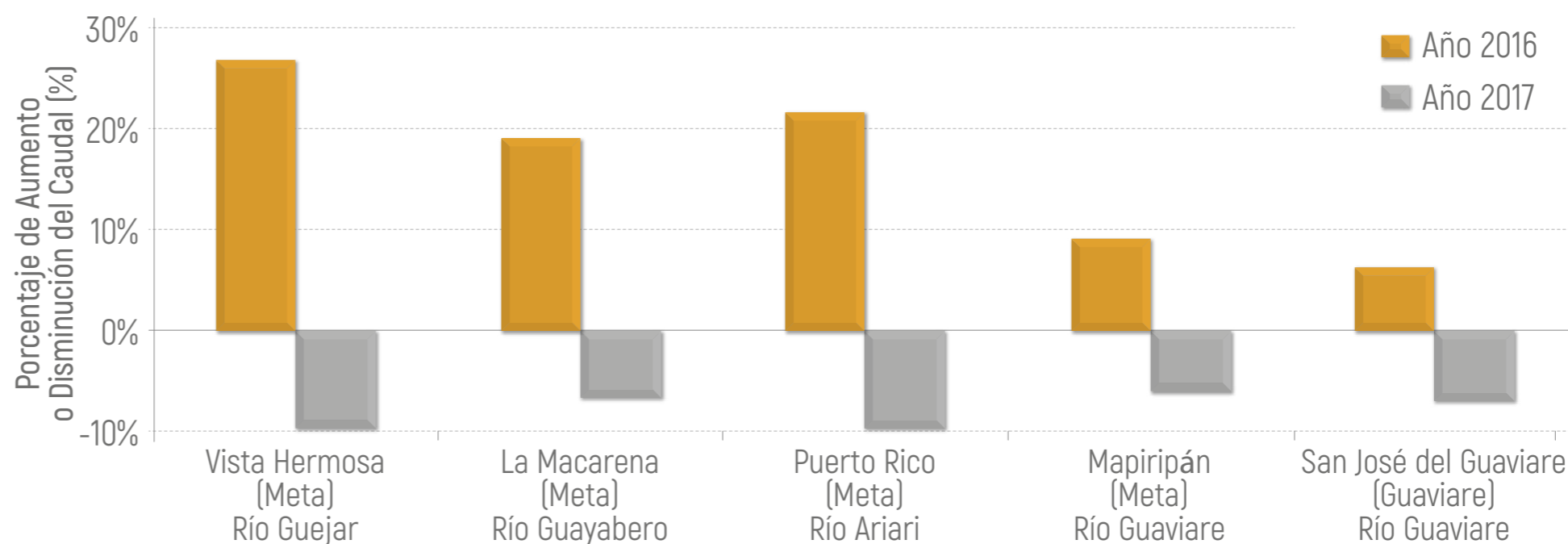
Fuente: Ideam.

27% en sus aportantes. Por el contrario, en 2017 se presentó una disminución de caudales generalizada cercana al 9%.

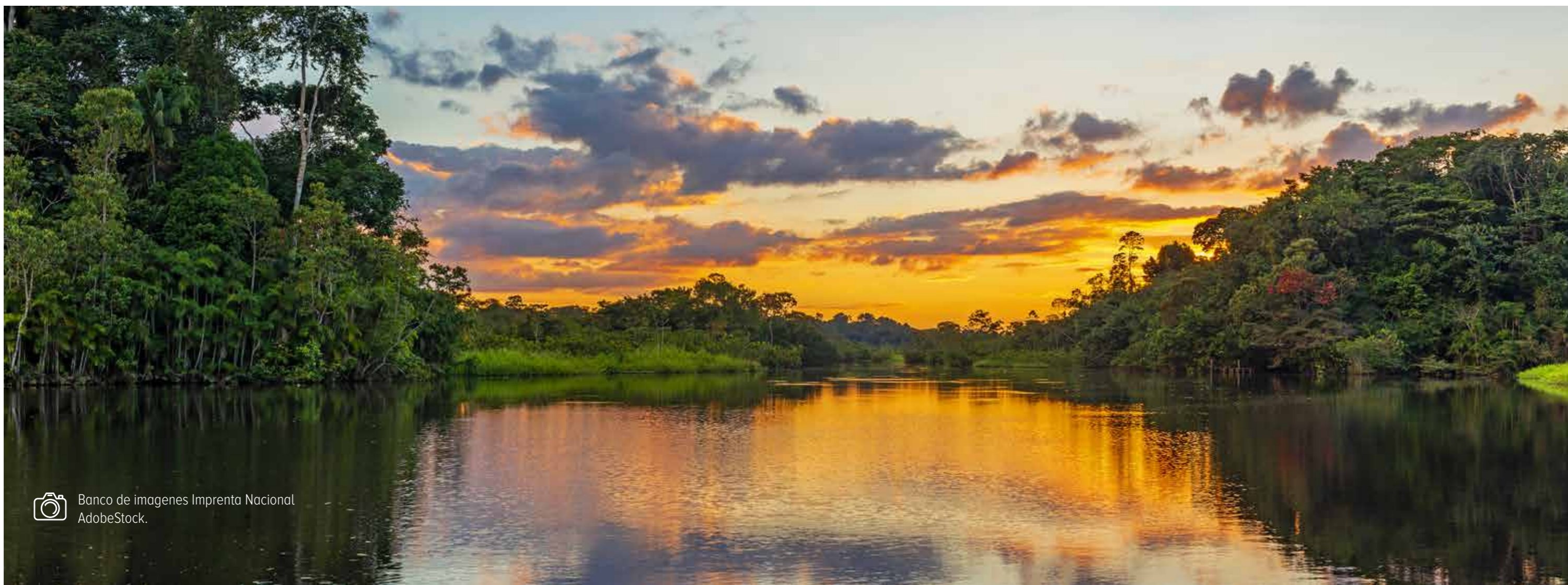
Para evaluar la calidad del agua en esta área hidrográfica, se monitorearon 22 estaciones ubicadas en 19 corrientes, 15 presentaron un ICA con categoría “regular”. Solamente en la estación Puente Lleras (Puerto López, Meta), localizada sobre la corriente del río Meta, la condición de calidad es de categoría “mala” debido al aporte en sólidos (SST), materia orgánica (DQO) y nutrientes (NT, PT). Las demás estaciones presentaron condiciones de calidad con categoría “aceptable”.

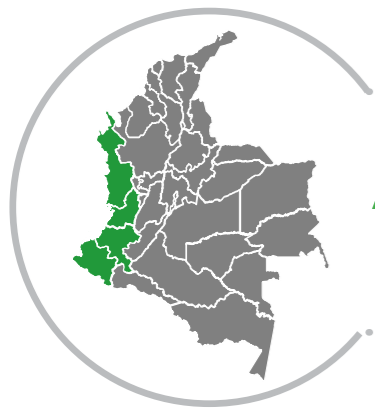


Figura 1.14
 Variación del caudal anual en la cuenca del río Guaviare (1974-2017)



Fuente: Ideam.





Área Hidrográfica Pacífico

En el área hidrográfica Pacífico se observan los efectos de la fase “El Niño” del 2016, seguida por un período de transición a una fase fría débil, “La Niña”, representada en la disminución de la escorrentía en el primer semestre del año 2016 y valores superiores a los promedios históricos en el segundo semestre del 2017. Estos aumentos causaron inundaciones importantes en municipios como Roberto Payán en Nariño, Medio Baudó y Carmen del Darién en Chocó y Toribío en Cauca.

De esta manera, el río Mira, en San Andrés de Tumaco (Nariño) y cerca de la desembocadura en el océano Pacífico, registró durante el período 2016-2017 disminuciones del caudal de alrededor del 20% con respecto al promedio histórico. El río Güiza, uno de los principales aportantes al río Mira en el territorio colombiano, presentó condiciones muy cercanas a las normales durante el 2017.

Con respecto a la calidad del agua, en esta área hidrográfica se monitorearon 10 estaciones; únicamente en la estación Universidad (Pasto, Nariño) se obtuvo un ICA con categoría “mala” por el aporte de nutrientes (NT, PT) y materia orgánica (DQO) de aguas residuales domésticas y sales (CE). Las demás estaciones presentaron condiciones con categoría “regular” y “aceptable”.



Figura 1.15

Escorrentía promedio del área hidrográfica Pacífico en el período 2016-2017

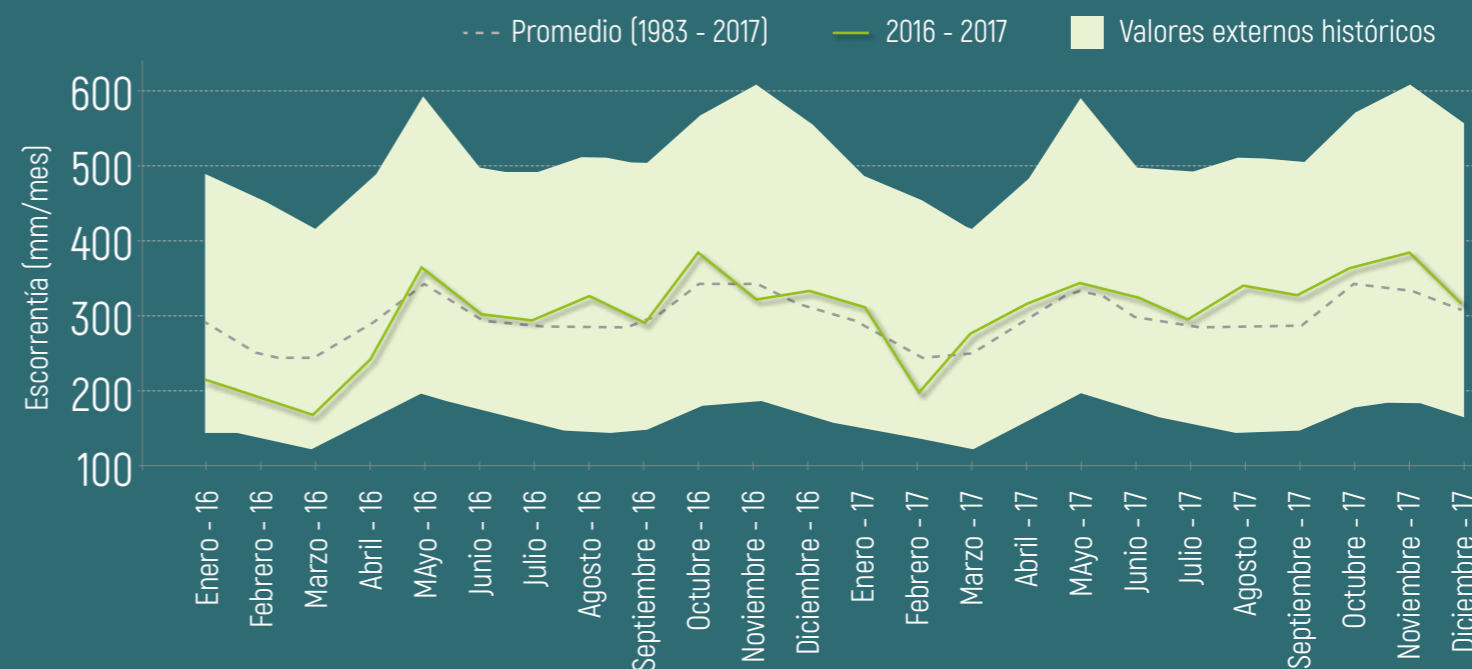
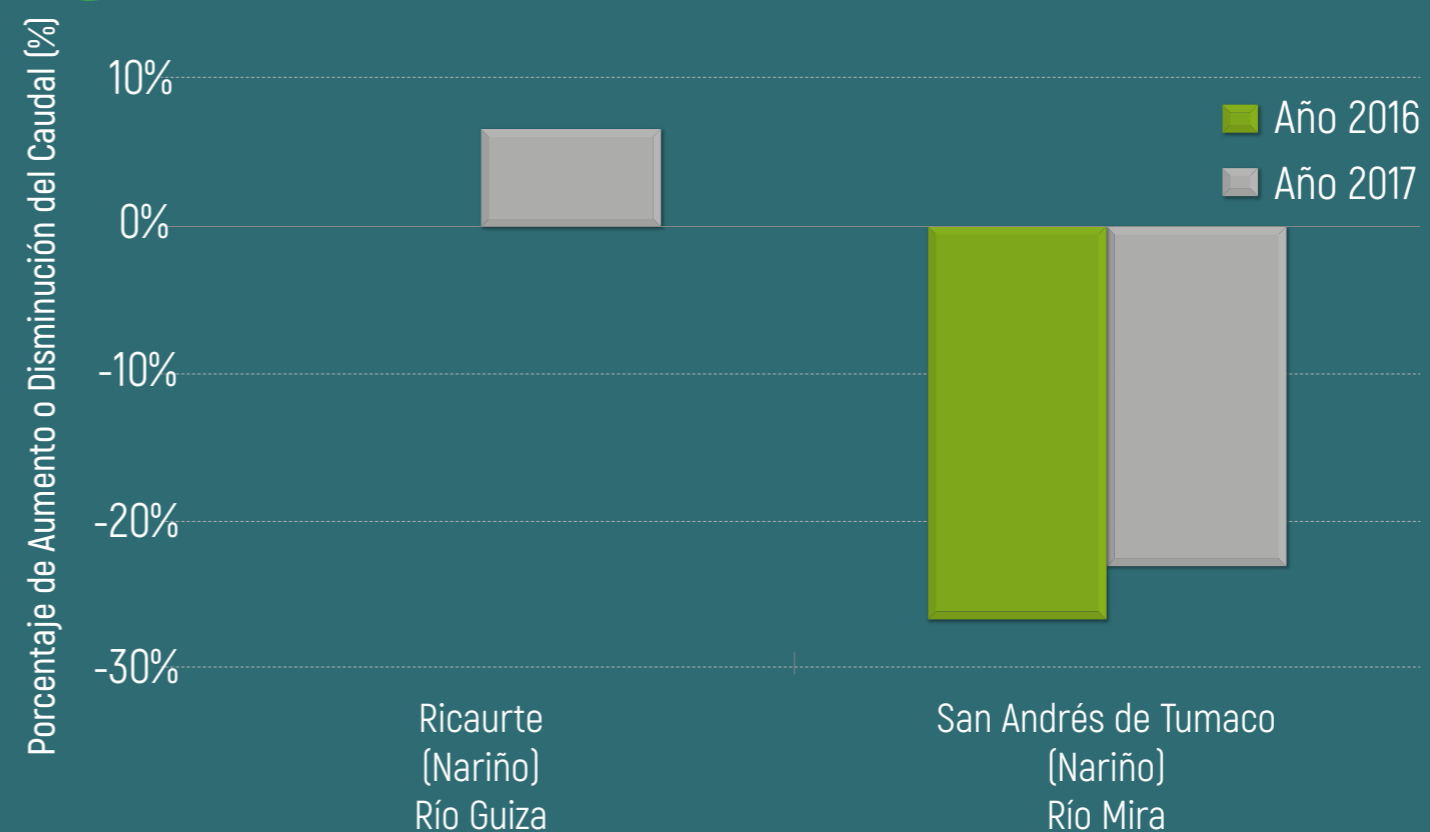


Figura 1.16

Variación del caudal anual en la cuenca del río Mira



Fuente: Ideam.

USO DEL AGUA EN COLOMBIA

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua 2018 [2], la “demanda hídrica se entiende como la estimación de la extracción de agua del sistema para ser usado como parte de las actividades productivas. También se entiende a partir de la competencia por el uso que hacen los sectores y, por lo tanto, se asume como la no disponibilidad de agua para otras actividades en un territorio y por un período.

El agua se usa como insumo o como materia prima en los procesos productivos y toda o una parte de esta retorna al sistema. Los retornos de agua incluyen las pérdidas, los vertimientos y las descargas de agua turbinada [2].

Las pérdidas se asumen como el agua que habiendo entrado al proceso productivo no se usa en este, sino que sale del mismo por exceso o por fuga. Los vertimientos no se consideran pérdidas” [2].

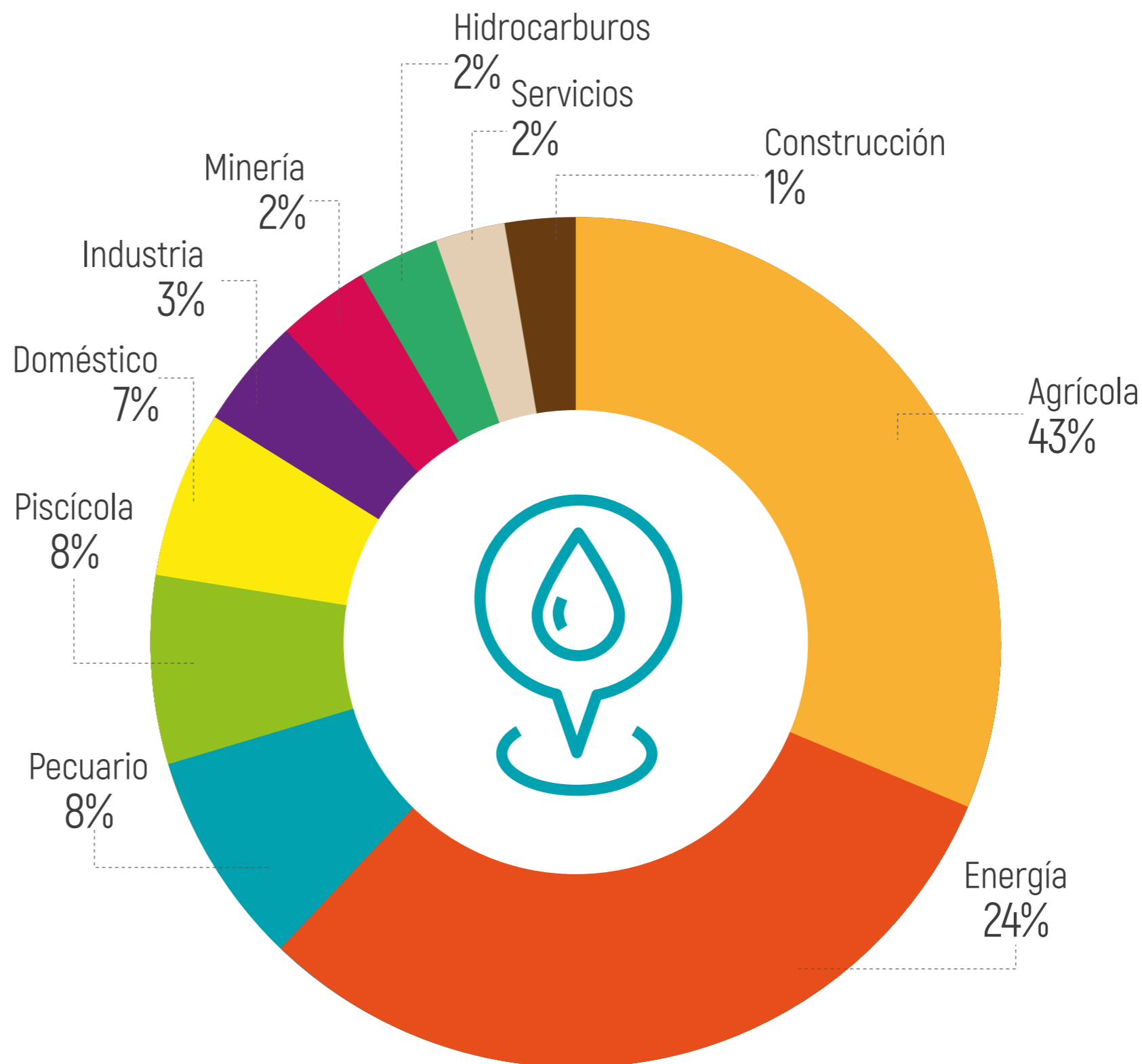
Los sectores con las mayores demandas hídricas son el agrícola (43%), el energético (24%) y el pecuario (8%), que en conjunto concentran el 75% de la demanda recurso hídrico del país (figura 17).

En cuanto a las demandas hídricas por áreas hidrográficas, la del Magdalena-Cauca presenta la mayor demanda (70% del total del país), le siguen la del Caribe (14%) y la del Orinoco (13%) [2].

Los sectores con más demanda hídrica por área hidrográfica son los que se relacionan en la figura 1.17.



Figura 1.17
 Demanda hídrica sectorial (Ideam, 2019)



Fuente: Ideam.

Área Hidrográfica Caribe

Agricultura (52%)
Energía (25%)
Doméstico (7%)

Área Hidrográfica Magdalena-Cauca

Agricultura (43%)
Energía (25%)
Pecuario (8%)

Área Hidrográfica Orinoco

Agricultura (34%)
Energía (23%)
Piscícola (13%)

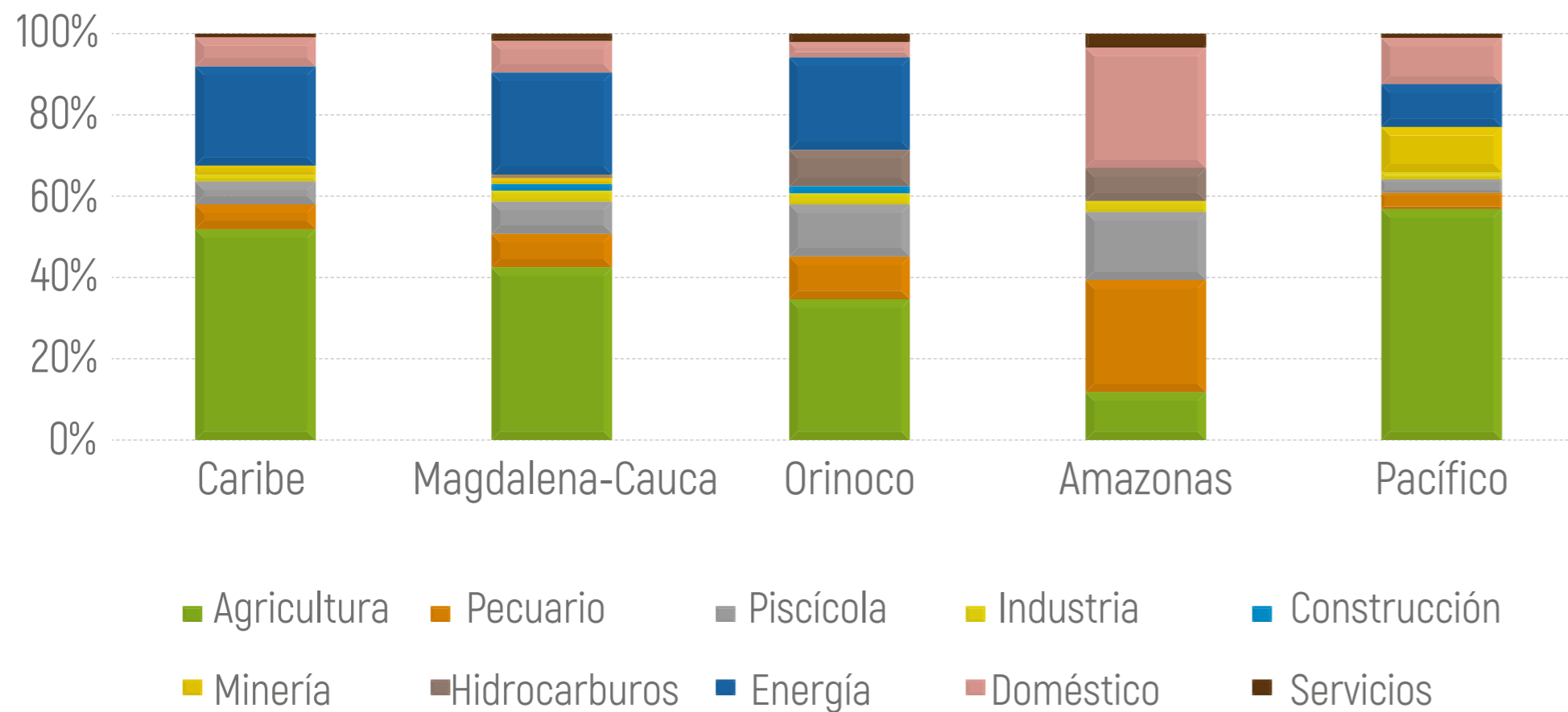
Área Hidrográfica Pacífico

Agricultura (57%)
Doméstico (11%)
Minería (11%)



Figura 1.18

Distribución de la demanda hídrica sectorial por área hidrográfica (Ideam, 2019)



Área Hidrográfica Amazonas

Doméstico (30%)
Pecuario (28%)
Piscícola (17%)

El sector con mayor demanda en las áreas hidrográficas Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco y Pacífico es el de agricultura, seguido del de energía. Por su parte, en el área hidrográfica del Amazonas los sectores que más demandan corresponden al doméstico y el pecuario, mientras que el energético está ausente.

Fuente: Ideam.

SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CIÉNAGAS DEL RÍO ATRATO Y ECOSISTEMAS ASOCIADOS²

Las ciénagas de medio y bajo Atrato (Montaño, Guineo y Beté), presentan una alta riqueza biótica, que puede alcanzar las 1.000 especies. Esta cifra se ha logrado gracias al esfuerzo de entidades como el IIAP por conocer la biodiversidad de estos ecosistemas.



 Ciénaga El Guineo - Riosucio, Chocó

² Preparado por el IIAP – Subdirección de Investigaciones. Giovanni Ramírez, Éric Yair Cuesta-Ríos, Zulmary Valoyes Cardozo, Luis Eladio Rentería Moreno, Luis Javier Mosquera Ramos, Réimer Rengifo Ibargüen, Yiskar Damián Murillo Asprilla, Kritzia Jocelín Copete Murillo. Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó biogeográfico. Línea de investigación: Caracterización de ecosistemas estratégicos.

Las caracterizaciones ecológicas y monitoreos de la biota asociados a los humedales del Atrato permiten un acercamiento al conocimiento de la riqueza y estado de conservación de las ciénagas Beté, Montaña y Guineo, en la cuenca media y baja del Atrato.

Las ciénagas del Atrato presentan alta riqueza biótica, que puede alcanzar las 1.000 especies. Esta cifra se ha obtenido gracias al esfuerzo de entidades como el IIAP por conocer la biodiversidad de estos ecosistemas. En este sentido, para la ciénaga de Montaña se reportó³ la existencia de 282 especies: 117 vegetales, 28 de peces, 18 de anfibios, 19 de reptiles, 83 de aves (7 migratorias) y 17 de mamíferos, lo que expresa alta riqueza y buenas condiciones biofísicas [5] [6] [7].

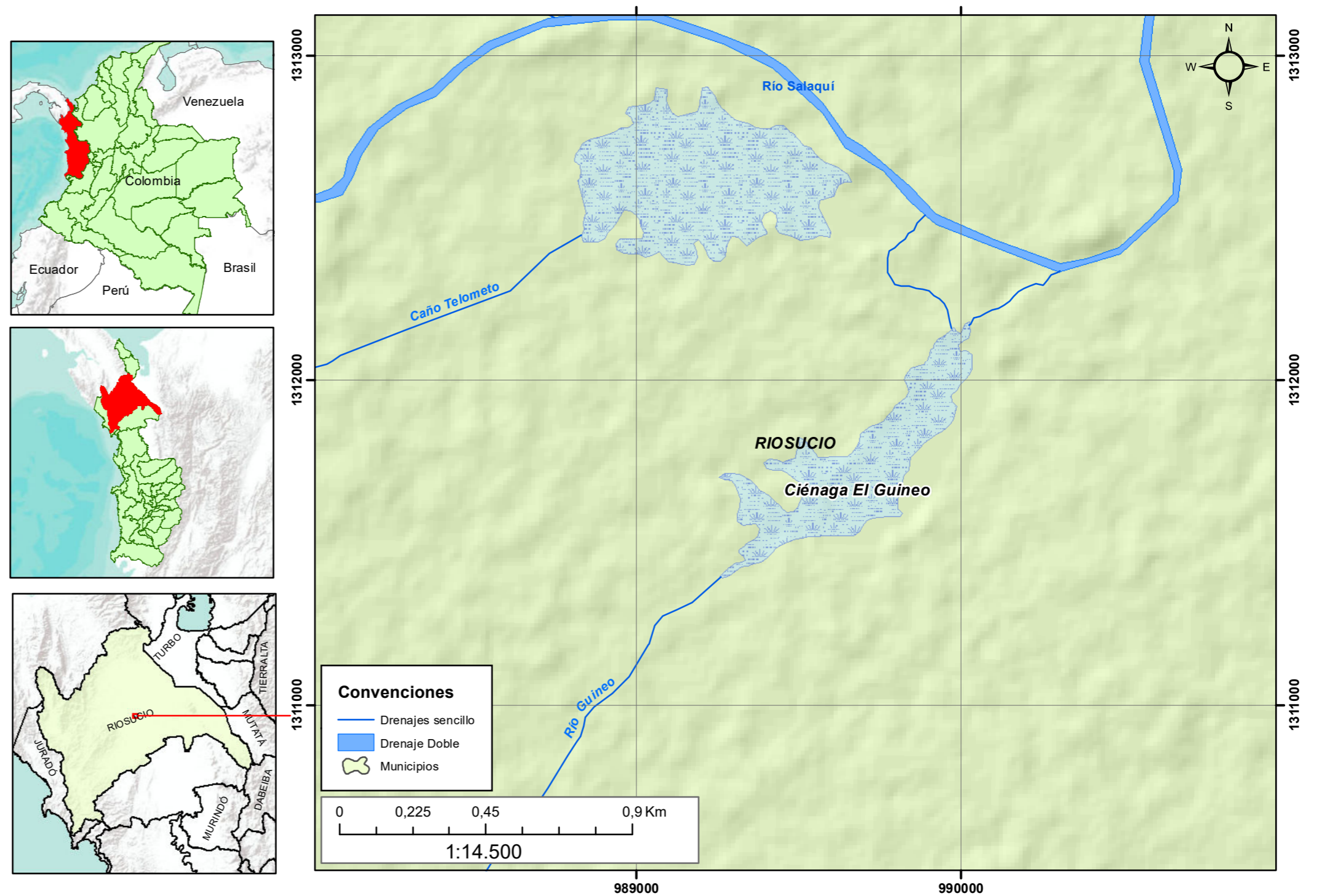


 Panorámica de la Ciénaga de Montaña

3 Reportes de la caracterización de la biota asociada a las ciénagas de Montaña y Salaquí realizada por el IIAP en la vigencia 2017 y monitoreo ecológico de la biota asociada a la ciénaga de Beté. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. 2017. Monitoreo ecológico de las ciénagas de Montaña y Salaquí (Guineo). Informe final. 109 pp. Quibdó, Chocó. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. 2018. Monitoreo de la biota, el recurso hídrico y las dinámicas socioproductivas presentes en el complejo cenagoso Ciénaga Grande de Beté. 120 pp. Quibdó, Chocó.



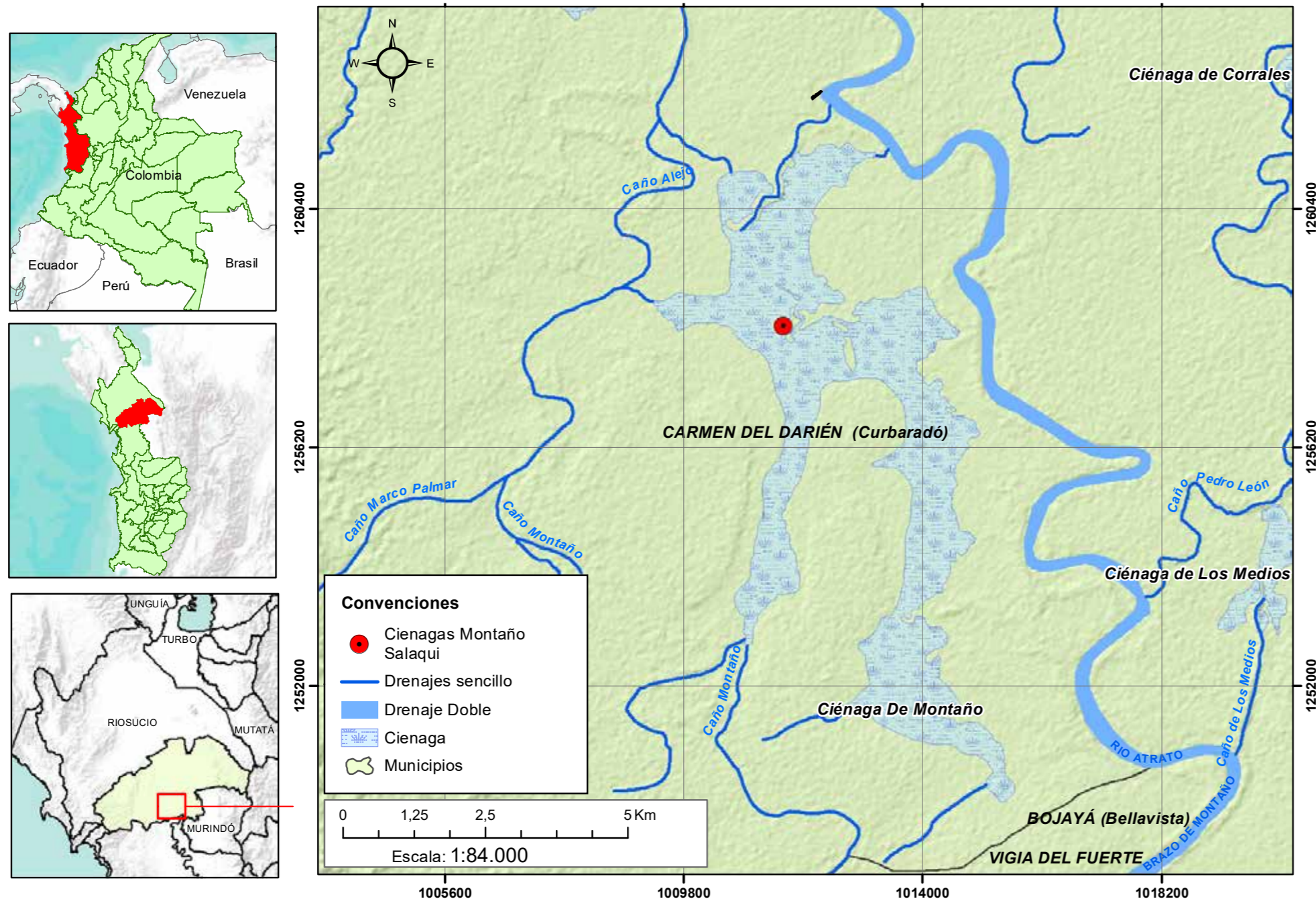
Figura 1.19
 Ubicación geográfica de la ciénaga de Guineo



Fuente: IIAP.



Figura 1.20
 Ubicación geográfica de la ciénaga de Montaña




Con menos riqueza está la ciénaga de Guineo, con 195 especies: 58 vegetales, 17 ícticas, 1 de anfibios, 15 de reptiles, 93 de aves y 11 de mamíferos. La menor riqueza de esta ciénaga, en comparación con la anterior, se debe al alto grado de intervención (sedimentación, deforestación, apertura de caños para extracción de madera y potrerización), estos factores antrópicos afectan la sana dinámica ecológica de humedales, causan desequilibrios ambientales, con lo que se impacta de manera directa comunidades humanas que dependen de estos recursos, por ser un componente importante en las comunidades aledañas a estos.




Iguana. Especie abundante en la ciénaga de montaña.

Fuente: IIAP.



 Cativales encontrados en la ciénaga de Guineo



 Cebus capucinus, mamífero abundante en la ciénaga de Guineo

La mayor riqueza de la ciénaga el Guineo está representada en **195** especies, **58** son vegetales, **17** ícticas, **1** de anfibios, **15** reptiles, **93** aves y **11** especies de mamíferos.

En la ciénaga de Beté se evidencia un buen nivel de disponibilidad de oxígeno, lo que infiere que el volumen de agua y el recambio de flujo en el sistema pueden garantizar el desarrollo de la biota acuática. Tiene una importante riqueza biótica, representada en 75 especies de plantas, 74 de aves, 37 de peces, 11 de reptiles y 11 de anfibios. Son 208, de las cuales 10 se encuentran en categorías directas de amenaza (5 de plantas, 3 de peces y 2 de aves). El análisis de la percepción turística da a entender que los pobladores apoyan en una amplia mayoría el desarrollo turístico, pero se mostraron preocupados por los roles del gobierno municipal y de la comunidad local en el control y apoyo al turismo y en la posibilidad de preservar su territorio y sus recursos.

Es importante continuar con las comunidades emprendiendo acciones adicionales desde lo local en lo administrativo, educativo e investigativo, para garantizar la conservación de los humedales en el tiempo y en el espacio como patrimonio natural de la humanidad.



Tabla 1.1
Indicadores Ciénaga de Montaña

Indicadores Montaña	Flora	Fauna					TOTAL
		Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	
Número de especies asociadas a los humedales del Chocó Biogeográfico	117	28	18	19	83	17	282
Especies amenazadas, endémicas y migratorias identificadas en los humedales del Chocó Biogeográfico	12	5	1	2	7	5	32
Identificación y priorización de especies de importancia socioeconómica para las comunidades aledañas a los humedales del Chocó Biogeográfico	18	12	0	4	6	15	37



Tabla 1.2
Indicadores Ciénaga de Montaña

Indicadores Montaña	Flora	Fauna					TOTAL
		Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	
Número de especies asociadas a los humedales del Chocó Biogeográfico	58	17	1	15	93	11	195
Especies amenazadas, endémicas y migratorias identificadas en los humedales del Chocó Biogeográfico	10	5	0	2	9	5	31
Identificación y priorización de especies de importancia socioeconómica para las comunidades aledañas a los humedales del Chocó Biogeográfico	12	10	0	4	8	5	27

En conjunto, las ciénagas Beté, Montaña y Guineo presentan el 40 y 45% de la flora y fauna, respectivamente, asociadas a humedales del Atrato. Además, estas ciénagas albergan 15 especies vegetales amenazadas (10%), y 12 de fauna (15%). En cuanto a las aves, estos humedales hospedan una especie endémica (*Bucco noanamae*) y 9 especies casi endémicas (*Chauna chavaria*, *Penelope ortonii*, *Patagioenas goodsoni*, *Phaethornis yaruqui*, *Trogon chionurus*, *Notharchus tectus*, *Pyrilia pulchra*, *Pyrilia*, *Ramphocelus dimidiatus*). Tienen entre el 40 y 49% de su distribución en Colombia. Adicionalmente, se documenta la presencia de 17 especies migratorias: 8 de migración local y 9 migratorias boreales, dato que pone en evidencia la prestación de servicios ambientales y ecológicos, fundamental para la conservación de la biota, además de ser vital para el bienestar colectivo de muchas familias dependientes de estas, para abastecimiento de bienes de producción y consumo. Ante esto, es importante invitar a las comunidades a emprender acciones adicionales desde lo local en lo administrativo, educativo e investigativo para garantizar la conservación de los humedales en las dimensiones espaciotemporales y como patrimonio natural de la humanidad.



 Laguna páramo Tatama, IAP.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA Y ESTADO TRÓFICO DE ECOSISTEMAS HÍDRICOS

PERTURBADOS POR
MINERÍA MECANIZADA
EN EL DEPARTAMENTO
DEL CHOCÓ⁴



La conformación y el establecimiento de hábitat de especies fitoplanctónicas y por consiguiente la incorporación de estas lagunas y el restablecimiento de áreas degradadas por actividad minera están condicionados a los periodos de abandono.

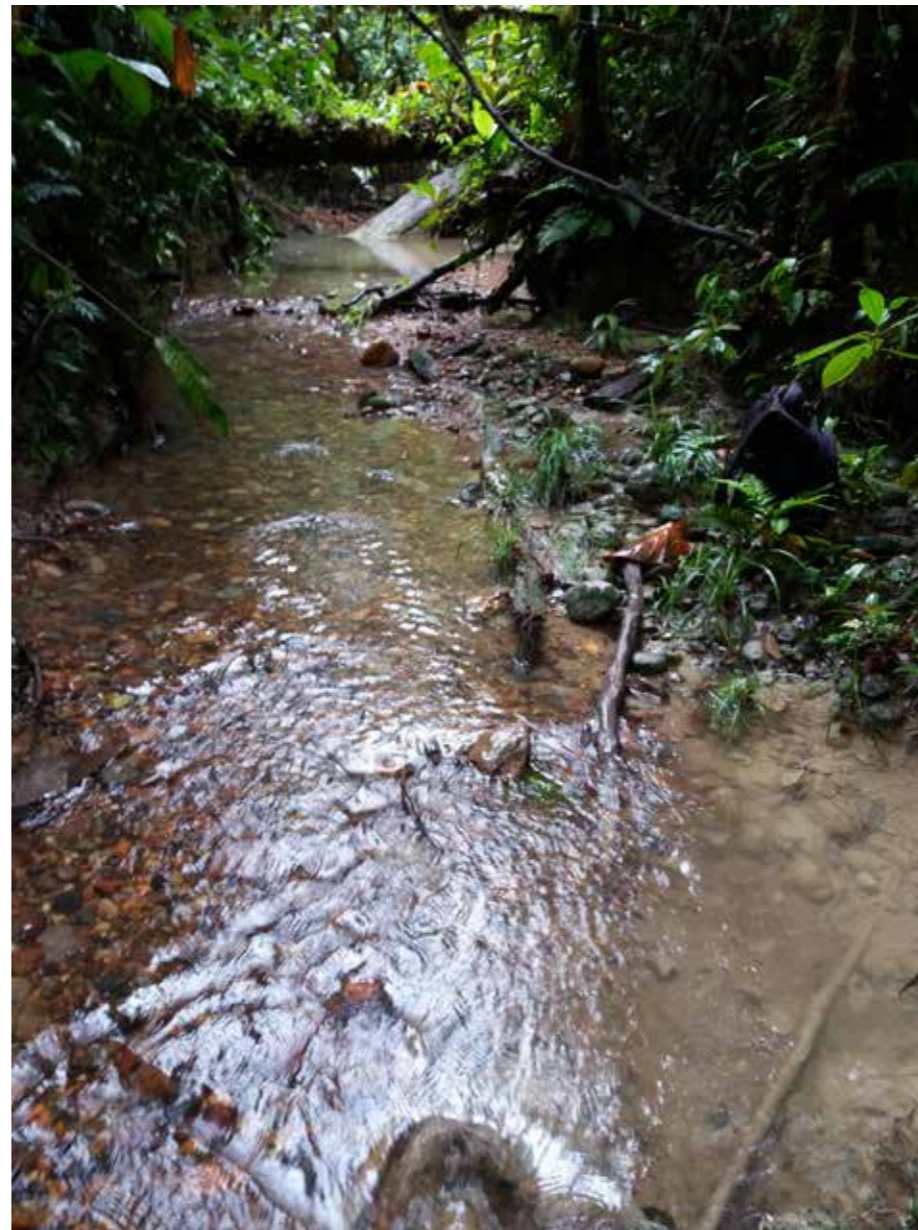



Laguna con 20 años de abandono minero

⁴ Preparado por el IIAP – Subdirección de Investigaciones. Giovanni Ramírez, Lady Vargas Porras, Yirlesa Murillo H., Zoraida Quesada M., Mayra Becerra. Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó biogeográfico. Línea de investigación: Conocimiento y evaluación integral de la calidad del recurso hídrico. Consejo Comunitario Local del Municipio de Cértegui.



 Operaciones mineras



 Quebrada San Antonio antes del vertimiento minero



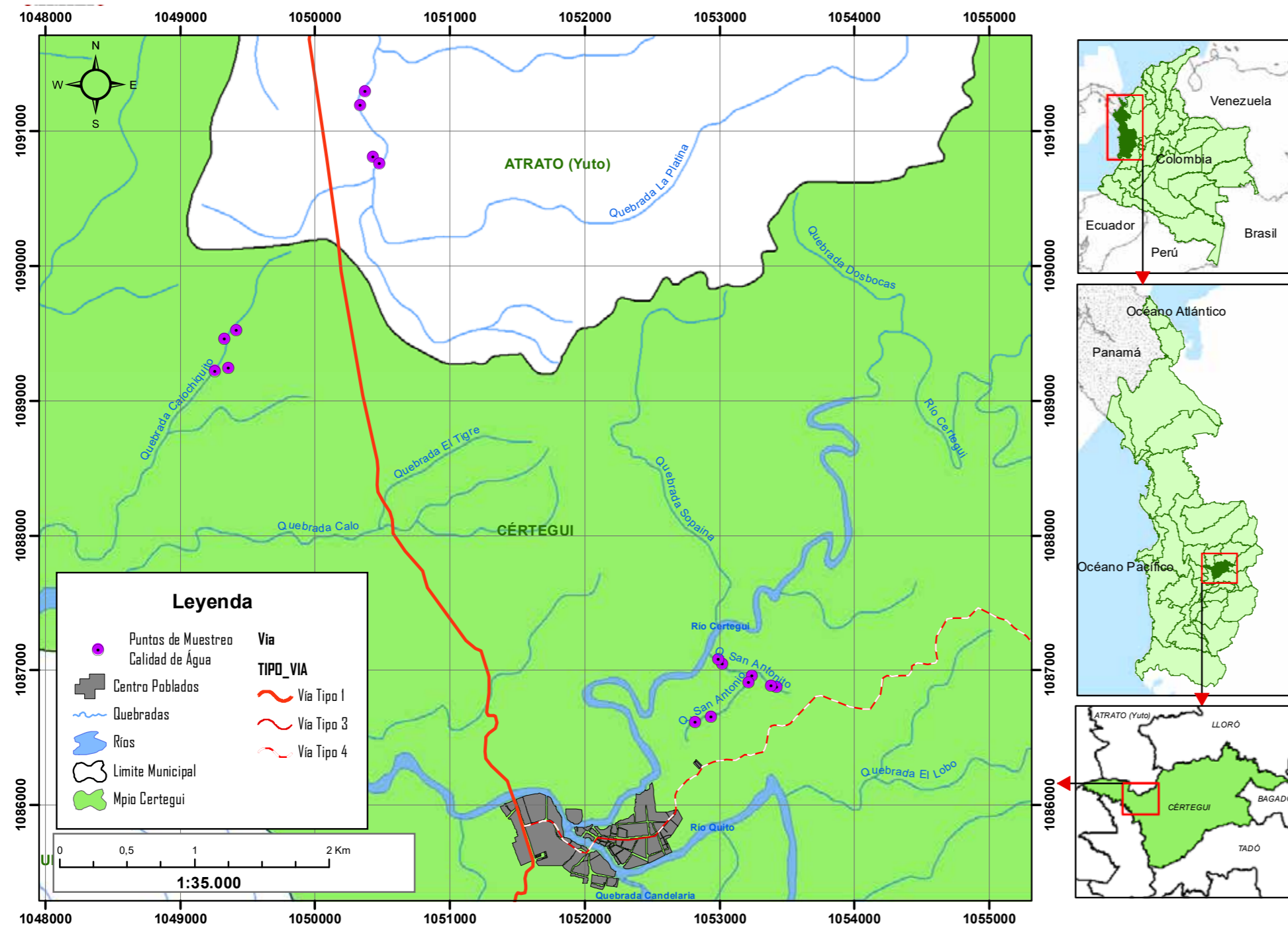
 Quebrada San Antonio después del vertimiento minero

La evaluación ecológica y del estado trófico de ecosistemas hídricos realizada por el IIAP⁵ dio a conocer el estado de la calidad del agua en las quebradas San Antonio, La Platina y Calochiquito durante el desarrollo de la minería, al igual que en lagunas derivadas de dicha actividad, con diferentes períodos de abandono [8].

5 Se presentan los resultados de la evaluación de la calidad ecológica y el estado trófico de ecosistemas hídricos perturbados por minería mecanizada en el municipio de Cértégui, Chocó. IIAP (2017).



Figura 1.18
 Ubicación geográfica de las fuentes hídricas y puntos de muestreo



Los resultados de la medición de parámetros fisicoquímicos en las fuentes hídricas intervenidas por minería permiten inferir que en las zonas, después de los vertimientos mineros, el recurso se encuentra alterado como consecuencia del mayor aporte de contaminantes durante el proceso de extracción, evidenciado en aumento en los niveles de turbiedad (0,5 a 1.000 FAU), sólidos (0,5 a 750 mg/l) y nutrientes, como el fosfato (0,065 a 1,35 mg/l), que pueden afectar el uso y funcionamiento ecológico del ecosistema hídrico⁶.

⁶ Los datos registrados corresponden a mediciones realizadas antes y después del vertimiento minero, durante el período de operación de los entables en tres fuentes hídricas (quebradas San Antonio, La Platina y Calo Chiquito).

Fuente: IIAP.



Tabla 1.3

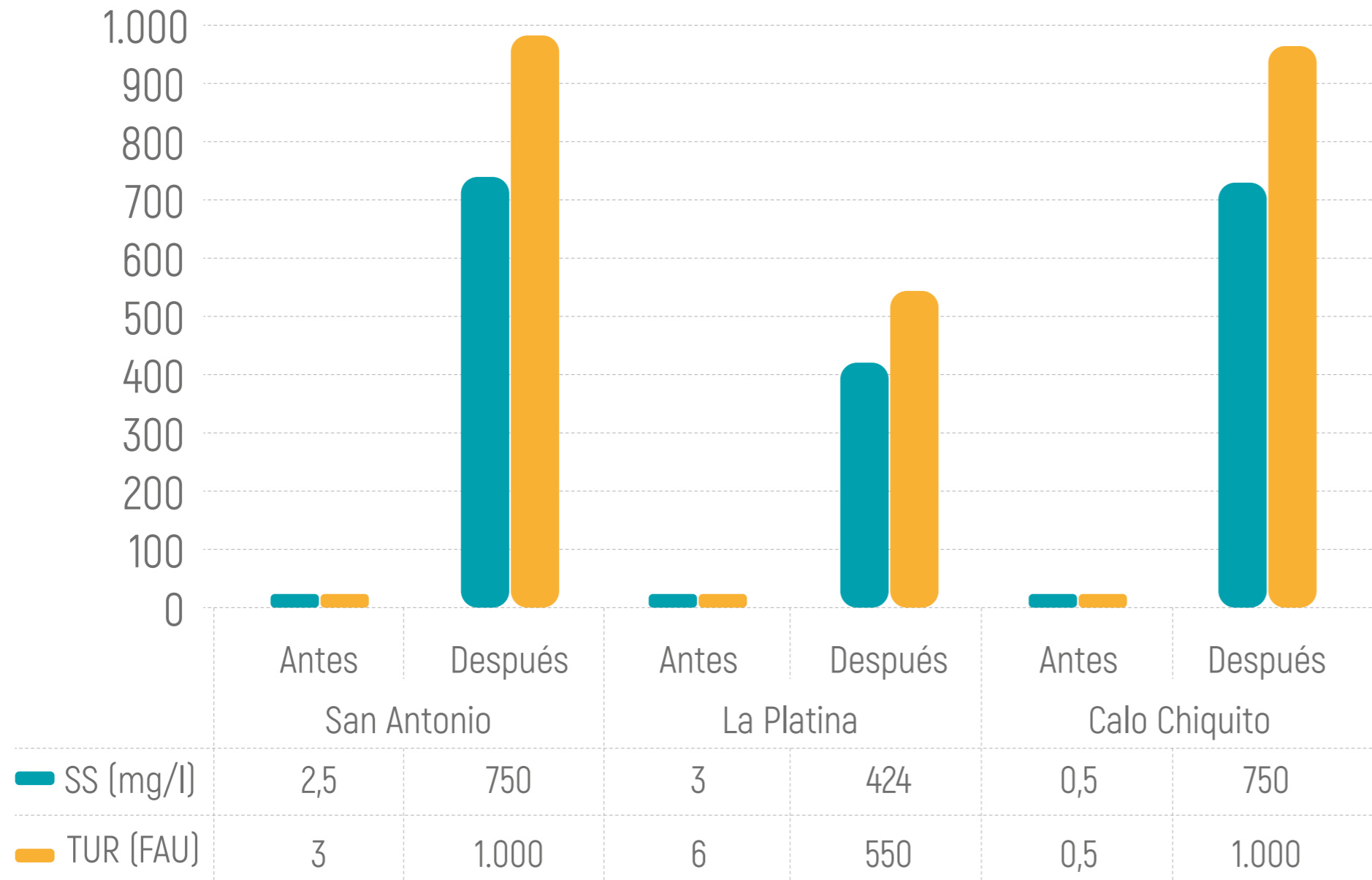
Resultados de estadísticos descriptivos de variables evaluadas en diferentes fuentes hídricas intervenidas por minería

ZONA ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO		VEL(m/s)	Q (m ³ /s)	T (OC)	pH	CON (μs/cm)	TDS (mg/l)	OD (mg/l)	% O. DISUELTO	SS (mg/l)	TUR (FAU)	N03 (mg/l)	N02 (mg/l)	P04 (mg/l)
San Antonio antes		0,37	0,065	25,8	6,235	6,335	2,87	6,94	86,45	2,5	3	0,015	0,024	0,785
San Antonio después		0,325	0,14	29,05	5,605	7,61	3,215	7	92,6	750	1000	0,02	0,0195	1,125
Platina antes		0,205	0,74	26,3	4,495	6,72	3,01	7,415	93,65	3	6	0,015	0,016	0,065
Platina después		0,25	1,05	27,05	4,385	6,495	2,855	7,3	93,15	424	550	0,02	0,0055	0,275
Calo Chiquito antes		0,19	0,19	25,5	5,155	4,945	2,215	7,76	96	0,5	0,5	0,03	0,01	0,505
Calo Chiquito después		0,17	0,19	27,1	4,58	6,285	2,75	4,97	63,3	750	1000	0,03	0,0315	1,255
San Antonio antes		0,095	0,025	25,55	4,825	5,405	2,445	7,545	92,75	8	7,5	0,01	0,013	0,08
San Antonio después		0,15	0,03	29,1	6,16	34,95	15,03	7,64	100,25	750	1000	0,03	0,035	1,32
FUENTE HÍDRICA CON MINERÍA	Promedio	0,219375	0,30375	26,9312	5,18	9,84313	4,29875	7,07125	89,7687	336	445,875	0,02125	0,0193125	0,67625
	Mínimo	0,05	0,01	25,3	4,37	4,9	2,19	4,68	60,3	0	0	0,01	0,001	0,02
	Máximo	0,46	1,35	30,4	6,73	55,1	23,6	7,78	102,1	750	1000	0,04	0,058	2,15
	DE	0,109024	0,393326	1,51601	0,752303	12,2816	5,23865	0,875015	11,0816	377,807	505,269	0,010247	0,0168631	0,734492
	CV	49,70%	129,49%	5,63%	14,52%	124,77%	121,87%	12,37%	12,34%	112,44%	113,32%	48,22%	87,32%	108,61%



Figura 1.19

Comportamientos de las variables sólidos suspendidos y turbiedad durante el proceso de extracción minera



Ecológicamente se evidenció que con el disturbio se pierden más del 86% de las especies perifíticas presentes en ambientes sin intervención, dominando familias con alta adaptabilidad a medios perturbados y cambiantes, como *Bacyllariophytas*, *Chlorophytas* y *Cyanophytas*.

Las lagunas derivadas de la minería presentan cambios temporales en las condiciones fisicoquímicas y ecológicas. Los niveles de material disuelto (conductividad entre 9,01 y 16,39 $\mu\text{s}/\text{cm}$), suspendido (74,31 a 7,31 mg/l), temperatura (32, 14 a 29, 1 $^{\circ}\text{C}$) y nutrientes (fosfato entre 1,27 a 1,75 mg/l) determinan la dinámica de estos ambientes y se reducen con el tiempo de abandono minero⁷.

⁷ Se realizó una evaluación de las condiciones fisicoquímicas y de la composición de algas fitoplanctónicas en lagunas derivadas de la actividad minera en 4 escenarios de muestreo con períodos de 1 a 3 años de abandono reciente, 5, 10 y 20.



Tabla 1.4

Datos estadísticos de las variables fisicoquímicas en lagunas derivadas de la actividad minera mecanizada

ESCENARIOS	DESCRIPTIVO	OD (mg/l)	% OD	T (°C)	pH	TURB (FAU)	SS (mg/l)	COND (µs/cm)	TDS (mg/l)	NO3(mg/l)	NO2 (mg/l)	PO4 (mg/l)
ESC 1 A 3 AÑOS	PROMEDIO	7,304375	96,09375	29,1	7,44	82,5625	74,3125	9,013125	4,54625	0,03125	0,01225	1,750625
	MÁXIMA	8,02	103,1	31,5	9,08	197	175	17,26	8,44	0,1	0,056	2,5
	MÍNIMA	5,26	71	27,3	5	13	16	3,52	1,96	0,01	0,001	0,17
	DE	0,748322	8,30682	1,25751	0,912155	51,6926	46,1154	3,72756	1,64671	0,0202896	0,0151855	0,967453
	CV	10,24%	8,64%	4,32%	12,26%	62,61%	62,05%	41,36%	36,22%	64,92%	123,96%	55,26%
ESC 5 AÑOS	PROMEDIO	6,255	82,936875	29,51875	6,104375	9,875	7,3125	16,39375	6,961875	0,05	0,0073125	1,551875
	MÁXIMA	6,98	93,6	31,1	7,4	24	21	21,81	9,1	0,4	0,03	2,5
	MÍNIMA	5,35	71	28,8	5,22	0	0	12,72	5,41	0,01	0,001	0,18
	DE	0,496575	7,02201	0,603566	0,732602	9,03235	8,08883	2,05595	0,838015	0,0938083	0,00800599	0,968726
	CV	7,94%	8,47%	2,04%	12,00%	91,47%	110,62%	12,54%	12,04%	187,62%	109,48%	62,42%
ESC 10 AÑOS	PROMEDIO	6,306875	87,975	32,24375	6,47	15,3125	12,375	26,705	10,865	0,048125	0,0208125	1,69125
	MÁXIMA	6,93	94,9	38,2	7,96	55	50	36,1	14,43	0,4	0,084	2,5
	MÍNIMA	5	73,1	24,3	5,28	0	0	18,47	7,84	0,01	0,001	0,05
	DE	0,467871	5,72649	3,65002	0,734747	17,0478	14,8318	5,00427	1,74469	0,0941077	0,0210213	0,935791
	CV	7,42%	6,51%	11,32%	11,36%	111,33%	119,85%	18,74%	16,06%	195,55%	101,00%	55,33%
ESC 20 AÑOS	PROMEDIO	6,81375	94,70625	32,14375	6,621875	10,625	9,875	12,0725	4,801875	0,025125	0,0285625	1,275625
	MÁXIMA	7,12	99,6	34,1	7,63	59	60	17,06	6,78	0,07	0,056	2,5
	MÍNIMA	5,86	84,1	30,8	4,86	0	0	7,52	2,84	0,01	0,005	0,03
	DE	0,328367	4,0501	0,989255	0,854121	16,3987	16,5363	2,43907	0,989176	0,014198	0,0139808	1,00811
	CV	4,82%	4,28%	3,08%	12,90%	154,34%	167,46%	20,20%	20,60%	56,51%	48,95%	79,03%
Kruskal-Wallis		27,1044	31,5911	27,7297	17,5941	30,27	31,5928	49,3952	47,4544	2,46071	19,3878	2,47392
P		5,60E-06	6,38E-07	4,14E-06	0,00053331	1,21E-06	6,38E-07	1,07E-10	2,78E-10	0,48243	0,00022729	0,480019



 Laguna con 1 a 3 años de abandono minero

Sus condiciones ecológicas se ven favorecidas con el cese de la actividad, constituyéndose en nuevos ambientes o sistemas donde la diversidad de algas fitoplanctónicas pasa de 2,48 a los 5 años hasta 3,12 de 10 a 20 años de abandono minero. Se encontraron niveles de hipertrofia avanzada desde los 5 hasta los 20 años de conformación de las lagunas, con altas densidades de *Pseudoanabaena*, *Thalassiosira*, *Gymnodinium*, *Peridinium* y *Proto-peridinium*, que están asociadas a eutrofización, evidenciando poca capacidad de depuración de nutrientes en estos ambientes artificiales generados de la minería. Los resultados permiten concluir que la conformación y el establecimiento de hábitat de especies fitoplanctónicas y por consiguiente la incorporación de estas lagunas y el restablecimiento de áreas degradadas por actividad minera están condicionados a los períodos de abandono.



 Laguna con 5 años de abandono minero



 Laguna con 10 años de abandono minero



Figura 1.20

Riqueza y densidad en lagunas derivadas de la actividad minera en el municipio de Cértégui

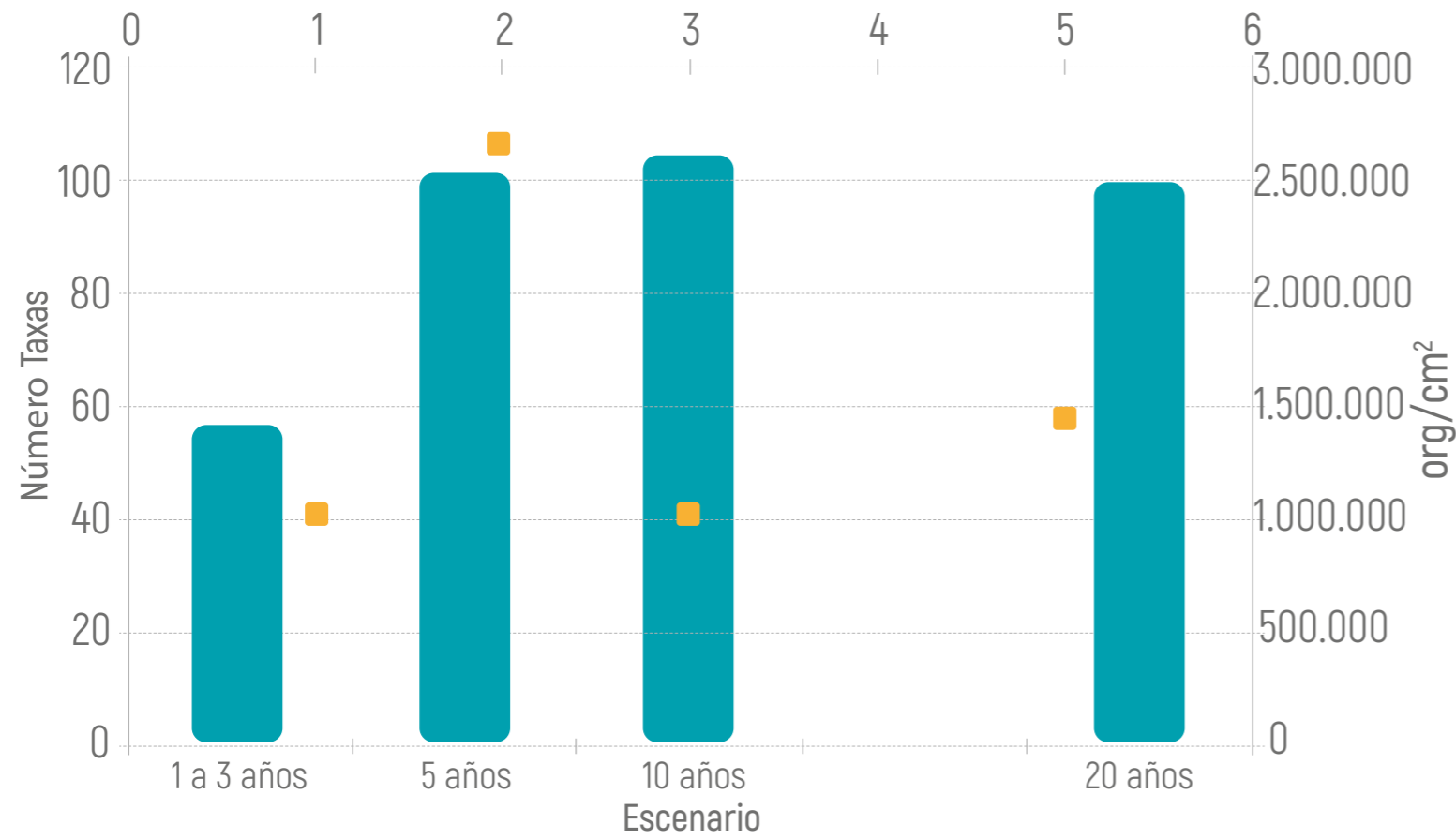
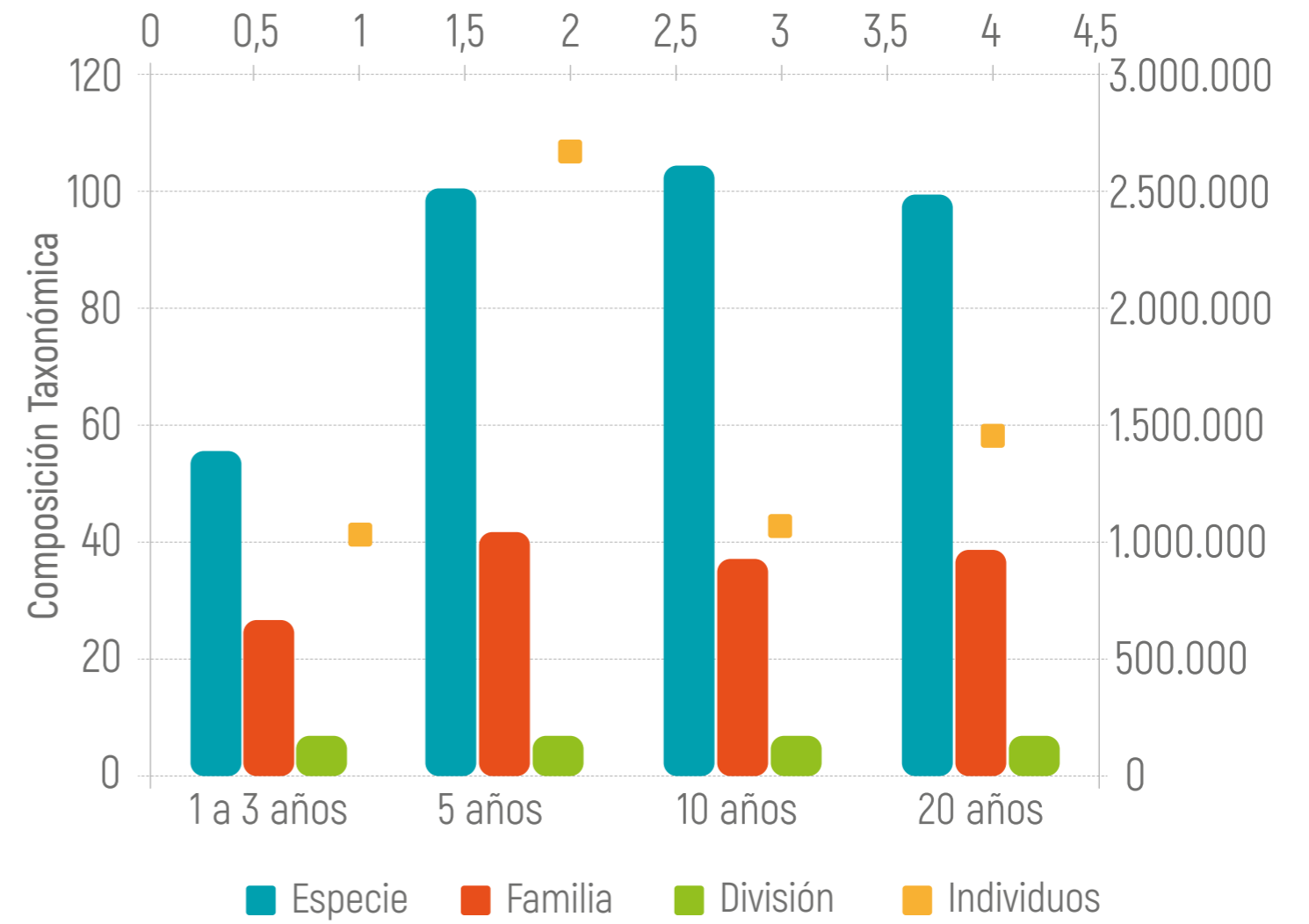


Figura 1.21

Composición taxonómica en lagunas derivadas de la actividad minera en el municipio de Cértégui en diferentes temporalidades de abandono



Referencias

capítulo 1

- [1] Zhang, L., Potter, N., Hickel, K., Zhang, Y. & Shao, Q. (2008). Water balance modeling over variable time scales based on the Budyko framework-Model development and testing. *Journal of Hydrology*, 360(1-4), 117-131. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.07.021>.
- [2] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2019). Estudio Nacional del Agua 2018 (pp. 164, 173, 174). Bogotá: Ideam, 452 pp.
- [3] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018. Boletín técnico. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/CNPV-2018-VIHOPE-v2.xls>.
- [4] Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) (2018). Consolidado de atención de emergencias. Recuperado de <http://gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/emergencia.aspx?id=41>.
- [5] Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP) (2016). Caracterización ecológica y sociocultural de la ciénaga de Guineo, Riosucio (Chocó). Informe final. Quibdó: IIAP, 126 pp.
- [6] Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP) (2017). Monitoreo ecológico de las ciénagas de Montaña y Salaquí (Guineo). Informe final. Quibdó: IIAP, 109 pp.
- [7] Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP) (2018). Monitoreo de la biota, el recurso hídrico y las dinámicas socioproductivas presentes en el complejo Ciénaga Grande de Beté. Quibdó: IIAP, 120 pp.
- [8] Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP) (2017). Evaluación de la calidad ecológica y estado trófico de ecosistemas hídricos perturbados por minería mecanizada en el municipio de Cértegui, Chocó. Documento técnico. Chocó: IIAP, 88 pp.

2

Energías renovables no convencionales en Colombia (radiación solar y vientos)



Autores del capítulo

**Instituto de Hidrología, Meteorología
y Estudios Ambientales (Ideam):**
Henry Oswaldo Benavides Ballesteros
y Julieta Serna Cuenca.



El comportamiento de la velocidad del viento en el país es muy similar al de la radiación global: En las diferentes regiones, cuando se presentan altos valores de radiación global, tienden a presentarse altos valores en la velocidad del viento por el contraste de presión que se genera con el calentamiento desigual de las superficies.

Mayor potencial de energías renovables

Mar y litoral Caribe y sectores de alta montaña de los Andes, incluyendo el Macizo Colombiano

velocidades de 9 m/s



5,6 kWh/m²/día

Santa Marta
Barranquilla



5,5 kWh/m²/día

Cartagena



5,4 kWh/m²/día

Valledupar



5,3 kWh/m²/día

Riohacha
San Andrés
Cúcuta



5,0 kWh/m²/día

Yopal



4,7 kWh/m²/día

Villavicencio
Ibagué

Se ha podido identificar que las mayores intensidades del viento a lo largo del año se registran en las estaciones meteorológicas



Galerazamba (Bolívar)
(5,14 m/s)

Villa Carmen (Boyacá)
(4,01 m/s)

La Mina (La Guajira)
(3,93 m/s)

Intensidad de radiación global en el país



Mayor intensidad

- Región Caribe
- Amplios sectores de la Orinoquia
- Valles interandinos



Menor intensidad

- Región Pacífica
- Occidente de la Amazonia
- Algunos sectores aislados de las tres cordilleras.



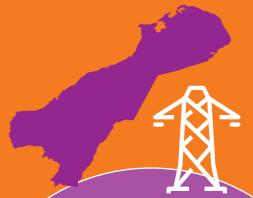
Las velocidades se incrementan hacia la región Andina y sobre la región Caribe, alcanzando velocidades alrededor de los 5 m/s en zonas de alta montaña y litoral.



Los departamentos de Vichada, Guaviare, Putumayo, Amazonas, Vaupés, La Guajira y Guainía tienen limitaciones en el acceso a la energía eléctrica, con coberturas por debajo del **75 %** (2016).

Resulta una oportunidad para que en estos departamentos, con un importante potencial energético a partir de su irradiación solar, se incremente el suministro energético.

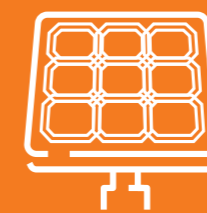
Plantea aumentar la capacidad de generación energética con energías limpias (eólica, solar, otras) de **22,4 a 1.500 MW**.



La Guajira cuenta con uno de los valores más altos de irradiación, pero con cobertura de energía eléctrica de tan solo el **33%**.

Mercado energético de Colombia

- La UPME aprobó **425 proyectos** hasta 2019.
- El **90%** de los proyectos radicados son de energía solar.
- En el año **2022** se incorporarán más de **2.250 MW** producidos mayoritariamente con energía solar y eólica, el **12%** de capacidad actual de generación eléctrica.
- El **62%** de la capacidad nominal (MW) será de fuentes eólicas



Colombia puede llegar a ser uno de los países **con mayor potencial de generación con energías limpias en el mundo.**

En el **desierto de Atacama**, en Chile, región donde la radiación promedio se registra en **7,2 kWh/m²/día**, se halla la **planta fotovoltaica** en operación más grande de América Latina, con capacidad instalada de **196 MW** nominales cuya generación puede alcanzar los **505 GWh al año**.



Elaborada a partir de datos obtenidos de las referencias [1], [2], [3] y [4].

Colombia se ve en la necesidad y la oportunidad de aprovechar su potencial renovable para construir un sistema energético más limpio; por esta razón el país está avanzando hacia la diversificación de su matriz energética y la ampliación hacia fuentes no convencionales de generación de energía eléctrica. Esta apuesta es fundamental para cumplir con los compromisos que ha adquirido el país ante la comunidad internacional y lograr una transición energética global.



Figura 2.1. Compromisos internacionales alineados con las energías renovables.



ACUERDO DE PARÍS

TRATADO INTERNACIONAL

Y HACER TODOS LOS
ESFUERZOS PARA NO
SOBREPASAR LOS
1,5 °C

META: MANTENER
EL AUMENTO DE LA
TEMPERATURA GLOBAL
MUY POR DEBAJO DE
2 °C

ESTO IMPLICA DISMINUIR
SIGNIFICATIVAMENTE LA DEPENDENCIA
GLOBAL EN LOS COMBUSTIBLES
FÓSILES, ESPECIALMENTE, EN LAS
CIUDADES DONDE SE EMITE MÁS
DEL **70%** DE LAS EMISIONES
PROVENIENTES DE SU QUEMA

Colombia ratificó el
Acuerdo de París sobre
Cambio Climático y su
aplicabilidad sería para el
año 2020.



EN LÍNEA CON ESTOS COMPROMISOS



Colombia es parte del foro de vulnerabilidad climática, una plataforma colaborativa que agrupa a más de 40 países comprometidos con la transición hacia un futuro abastecido 100% de energía renovable.



Colombia participa en el acuerdo internacional del estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena) donde se comprometió a promover la implementación y el uso generalizado de las energías renovables para lograr un desarrollo sostenible.



Colombia adoptó la agenda 2030 y sus 17 objetivos de desarrollo sostenible que buscan, entre otros garantizar acceso a una energía accesible, segura, sostenible y moderna para todos.

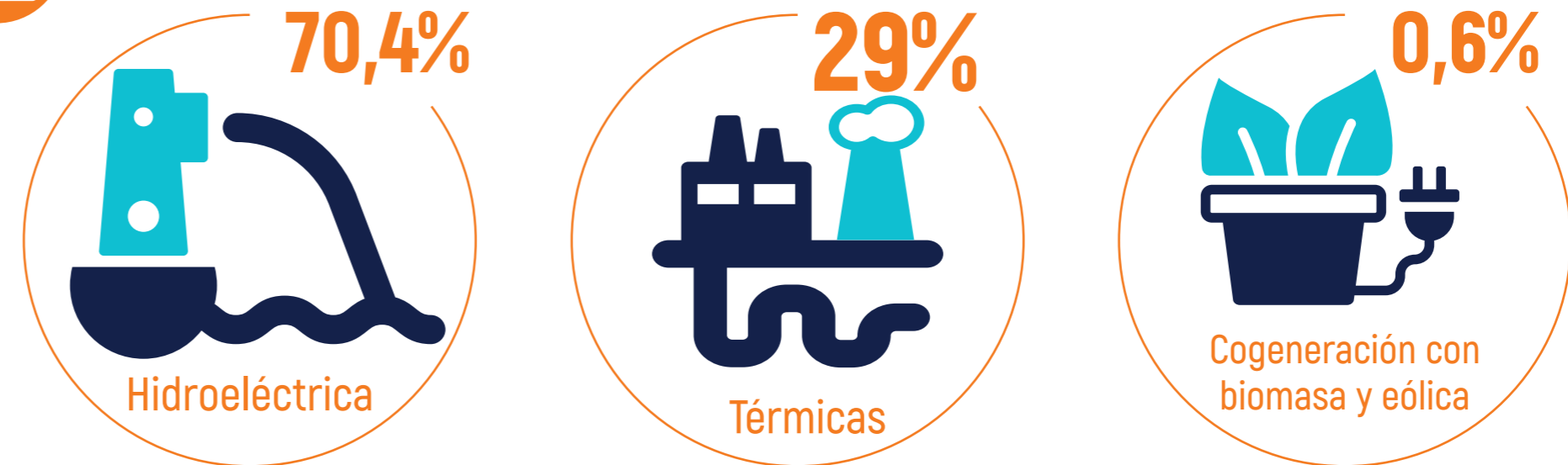
Fuente: Adaptación de WWF, 2017 [3].

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) hizo la valoración de la disponibilidad de la energía solar y de los vientos en el territorio nacional, con la colaboración de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Colciencias.



Figura 2.2.

Distribución de fuentes de energía eléctrica en Colombia. Fuente: UPME, 2015.



Fuente: UPME 2015 [5].

Internacionalmente se considera que el desarrollo de energías renovables no convencionales, como la eólica, biomasa y solar, es la mejor alternativa para complementar el sistema energético tradicional, adaptarse al cambio climático, enfrentar el agotamiento de las reservas de combustibles fósiles y garantizar la seguridad energética en países como el nuestro. Igualmente, que su desarrollo es una oportunidad para mejorar el acceso y calidad de la energía en zonas no interconectadas (ZNI), que usualmente son las más vulnerables.

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 plantea aumentar la capacidad de generación energética con energías limpias (eólica, solar, otras) de 22,4 MW a 1.500 MW para aprovechar otros recursos de nuestro país en la generación de energía e ir disminuyendo el impacto al calentamiento global. Así mismo, el plan plantea la estrategia de ampliar la red de energía eléctrica integrando energías no convencionales.

En esta vía, el conocimiento de la disponibilidad de los potenciales de las energías renovables, mediante la cuantificación y estimación de los promedios mensuales de la radiación solar y los vientos que inciden sobre el territorio colombiano a lo largo del año, facilita la identificación de regiones estratégicas con potenciales de estos recursos para la solución de necesidades energéticas de la población.

La valoración de la disponibilidad de la energía solar y de los vientos en el territorio nacional ha sido realizada por el Ideam, con la colaboración de entidades como la UPME y Colciencias, entre otras, a través de los atlas de radiación solar y de vientos de Colombia. A partir de estos desarrollos se presenta a continuación una breve síntesis del análisis del comportamiento espacio-temporal de los promedios mensuales en el territorio nacional.

RADIACIÓN SOLAR

La disponibilidad de energía procedente del Sol depende de la localización geográfica de un punto en la Tierra (latitud, longitud, elevación) y de factores astronómicos, como la época del año y la duración del día. Todos estos factores pueden ser determinados con menor o mayor grado de exactitud para estimar la cantidad de energía solar disponible. Sin embargo, el factor que afecta en mayor medida su disponibilidad efectiva son las nubes y otras condiciones meteorológicas (como la presencia de aerosoles), que varían según el lugar y el momento del día.

Colombia, que se encuentra en la zona ecuatorial, recibe abundante energía solar, cuya distribución presenta grandes variaciones durante el año, razón por la cual para aprovechar esta energía es indispensable saber con suficiente detalle su distribución espacial y temporal. Este conocimiento es especialmente útil para las zonas no interconectadas a la red nacional porque suministra la información necesaria en el dimensionamiento de nuevos sistemas y soluciones tecnológicas solares, contribuyendo al desarrollo de estas regiones.

Adicionalmente, conocer la disponibilidad de la radiación global en el territorio nacional es fundamental para el desarrollo sostenible del país, ya que su utilización en la generación de energías no convencionales puede contribuir en la sustitución progresiva del consumo de combustibles fósiles, de los cuales son conocidos sus efectos e impactos relacionados con el calentamiento

global, la calidad del aire en centros poblados, lluvia ácida, la generación de aerosoles, entre otros.

En la figura 2.3. se presenta la distribución de la irradiación global media recibida en superficie sobre el territorio colombiano a lo largo del año, expresada en kWh/m² por día. El valor de la energía corresponde al valor agregado de los kWh que en promedio inciden durante el día sobre un metro cuadrado, expresado en kWh/m² por día.

Dependiendo de la intensidad del fenómeno de El Niño o La Niña, la radiación global puede aumentar o disminuir entre un 5% y 10%, respectivamente, con respecto al promedio anual de cada estación de medición.



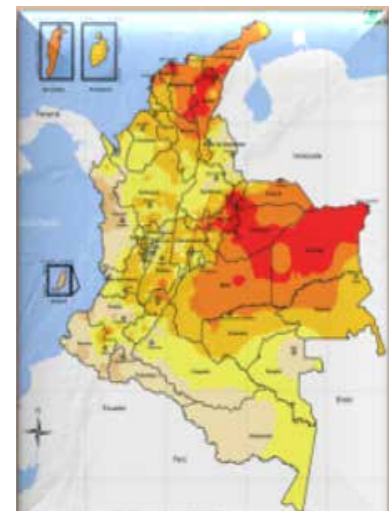
Conocer la disponibilidad de la radiación global en el territorio nacional es fundamental para el desarrollo sostenible del país.

Banco de imágenes Imprenta Nacional
AdobeStock - energía solar.

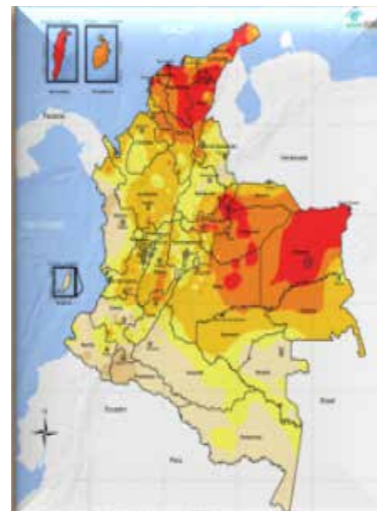


Figura 2.3.

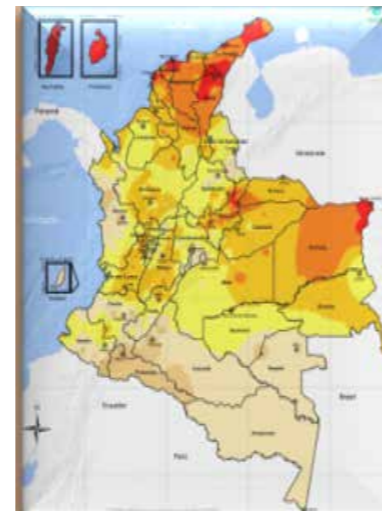
Mosaico de la irradiación global recibida en una superficie horizontal durante el día (kWh/m² por día). Promedios multianuales.



Enero



Febrero



Marzo



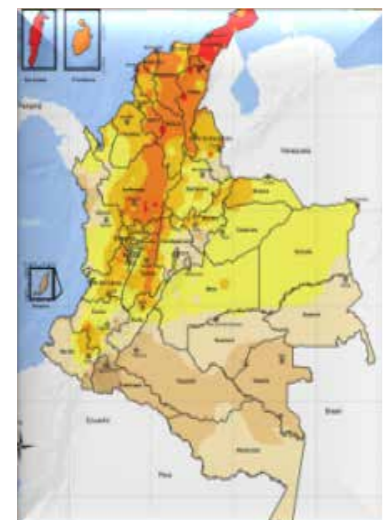
Abril



Mayo



Junio



Julio



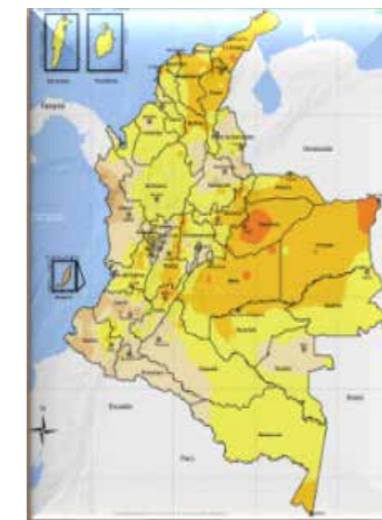
Agosto



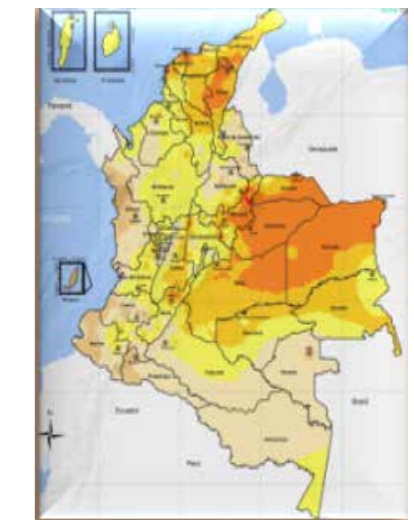
Septiembre



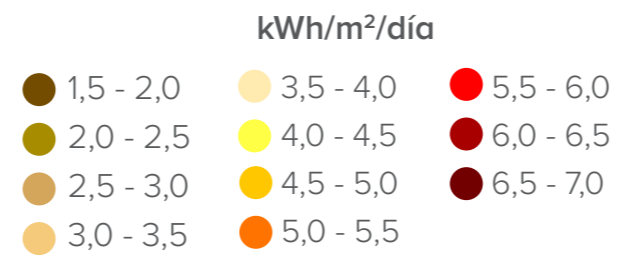
Octubre



Noviembre



Diciembre



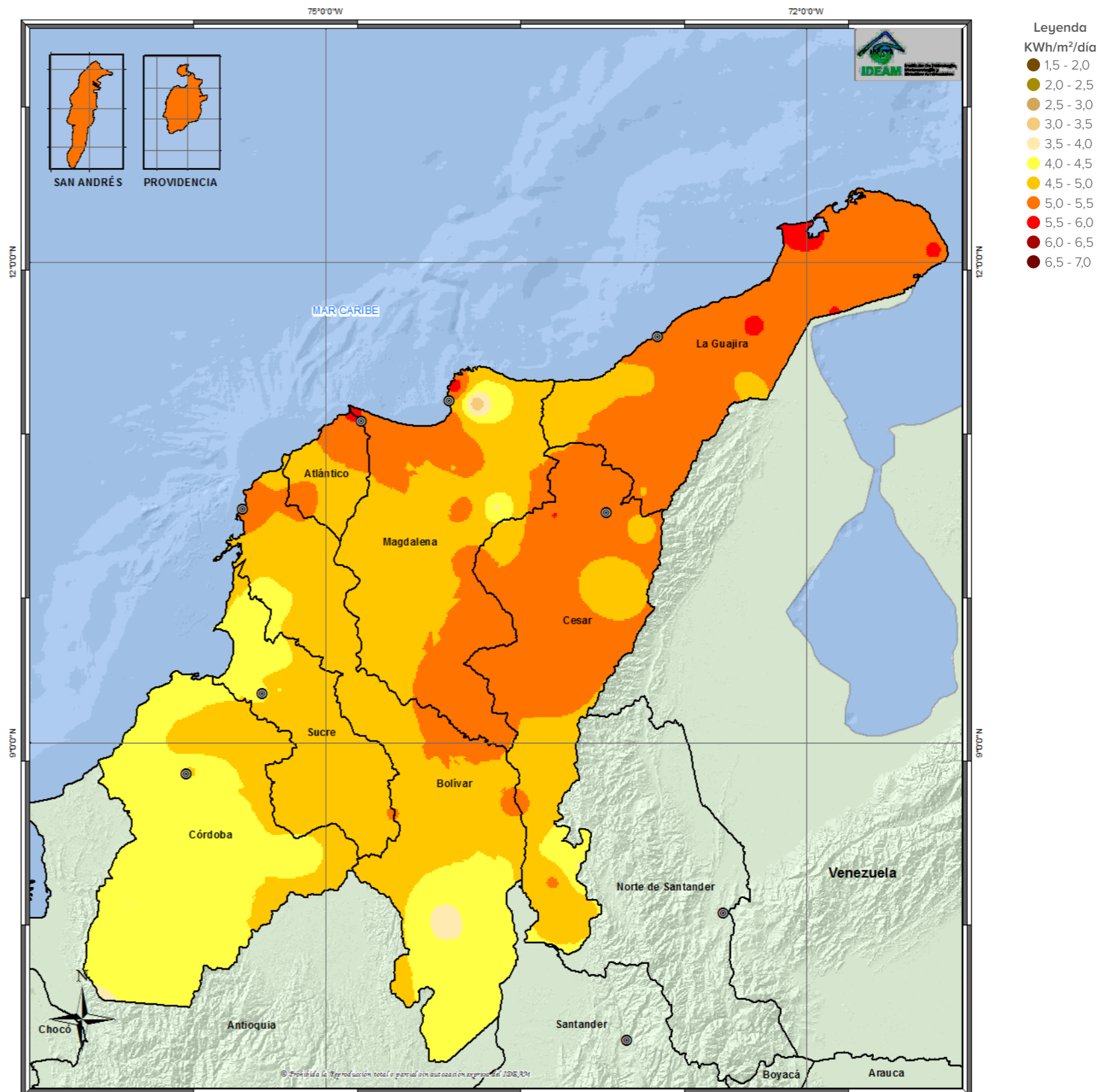
Fuente: Ideam, 2018.



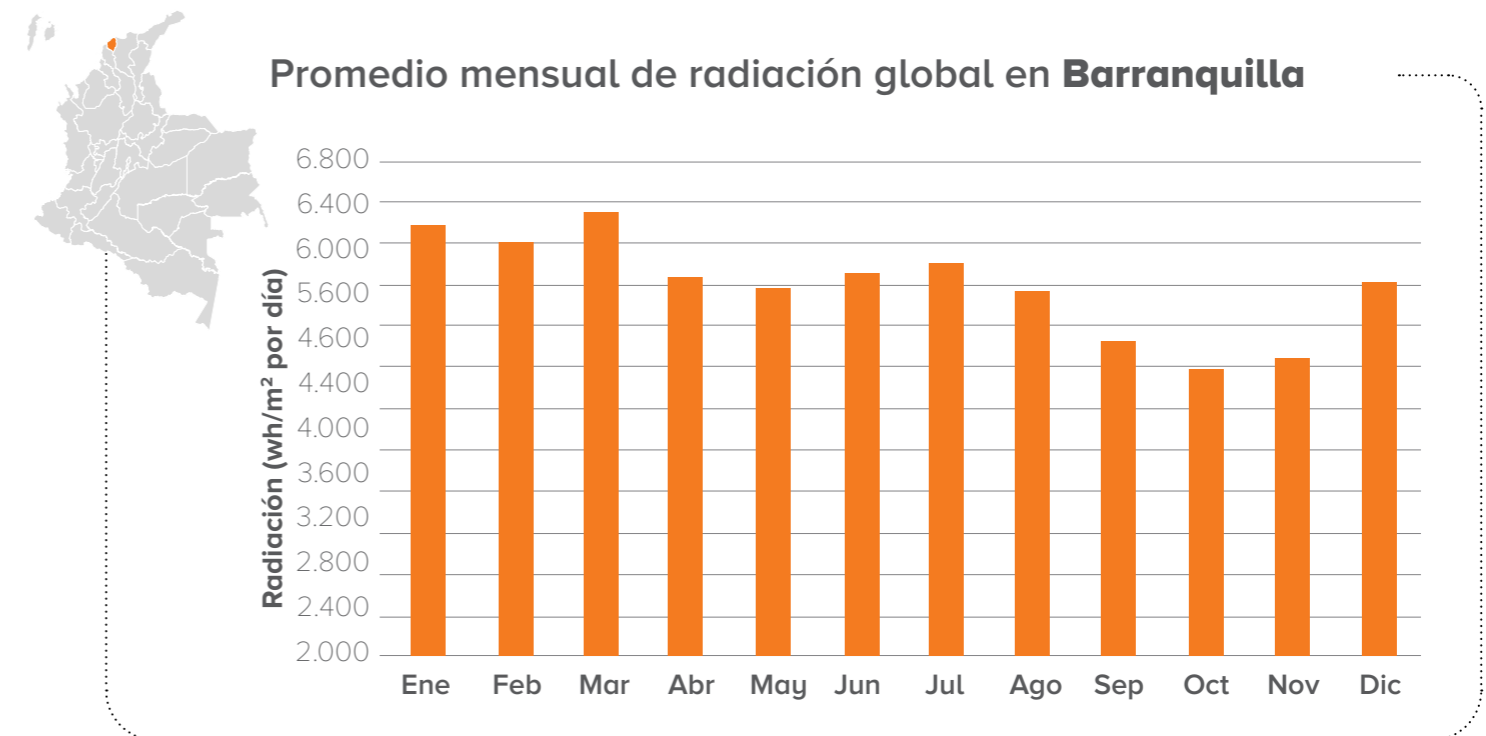
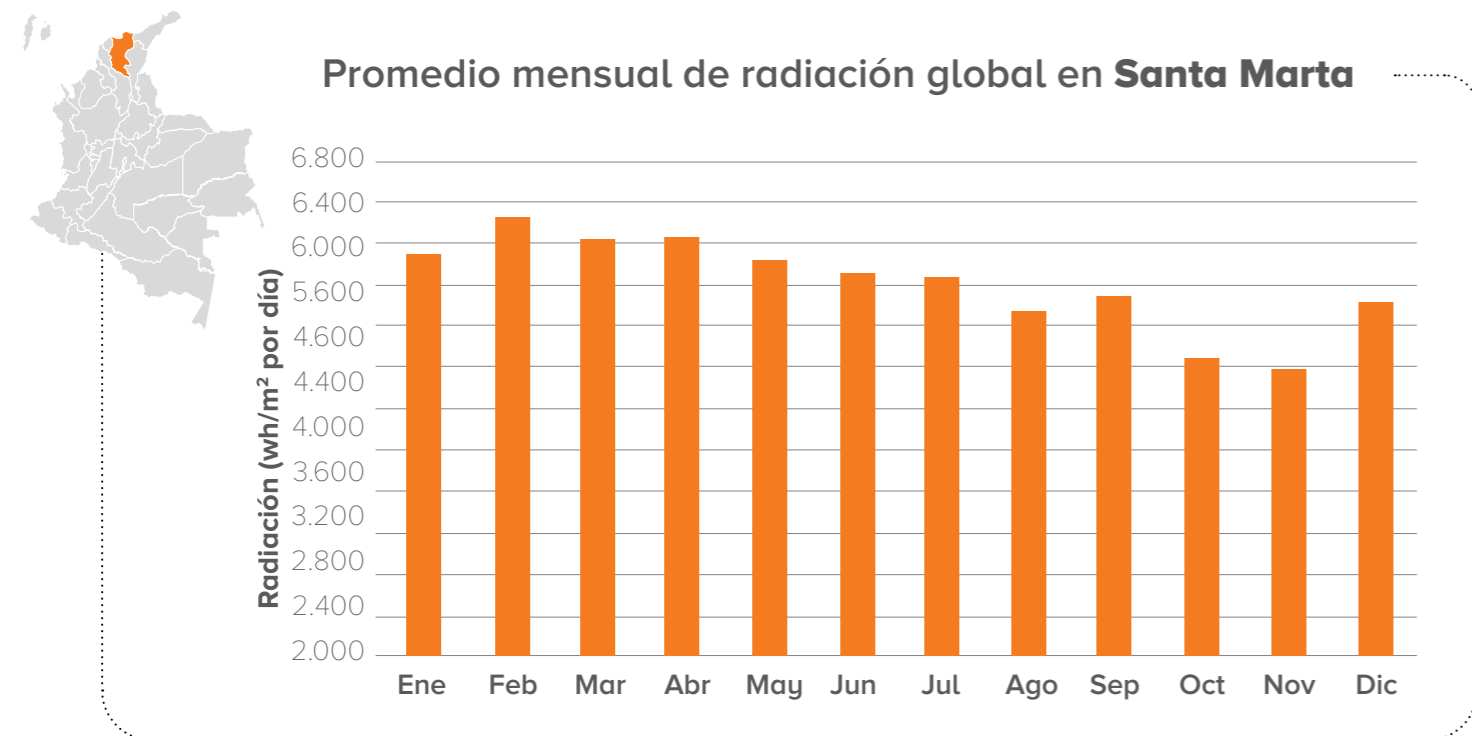
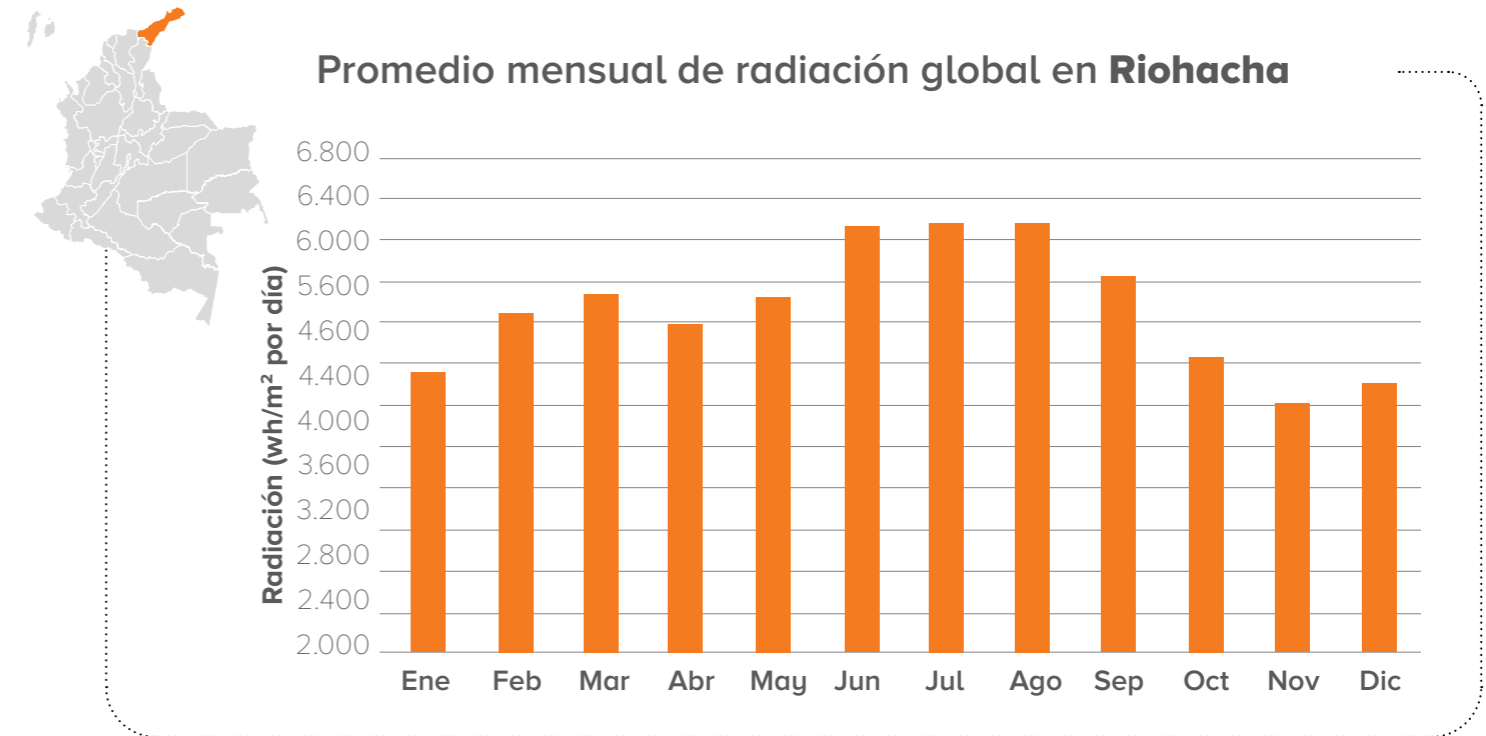
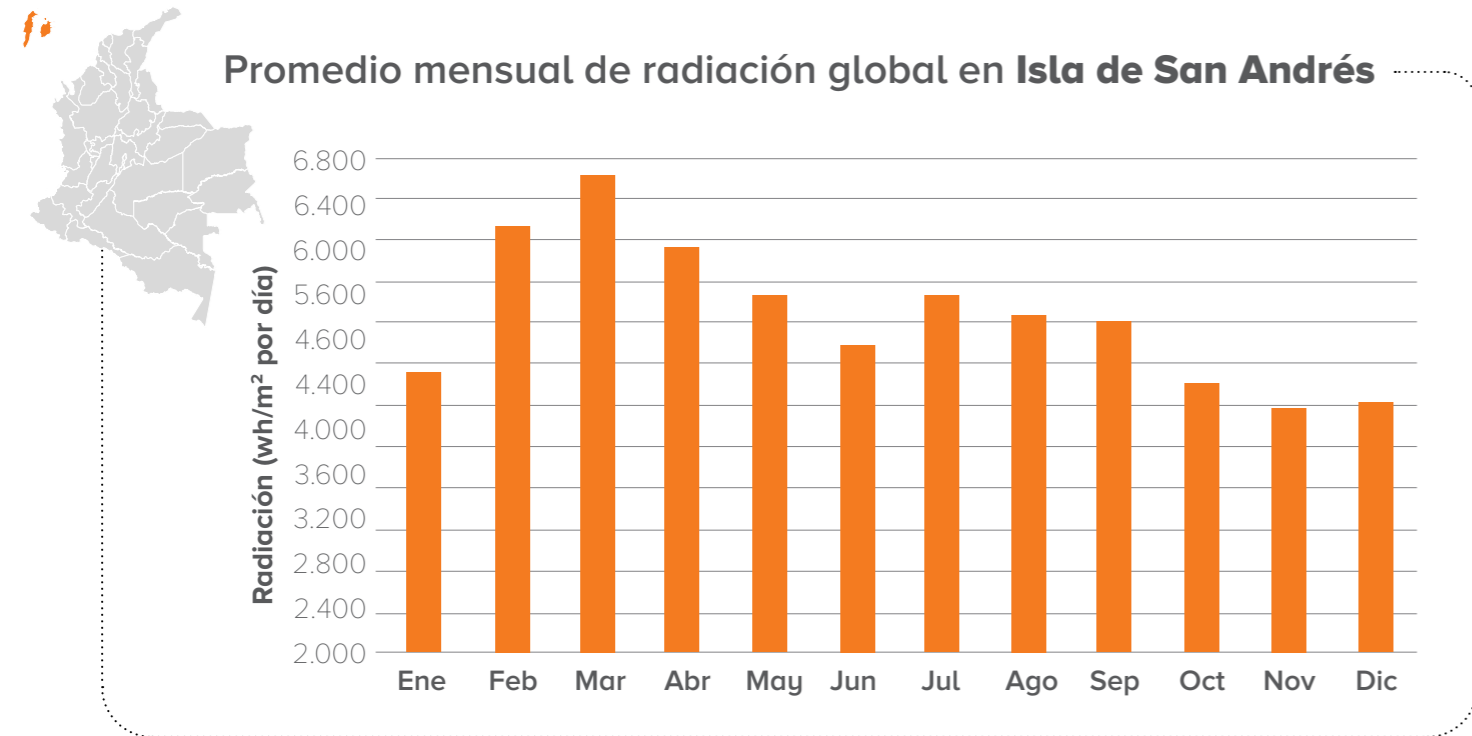
Figura 2.4.

Mapas de promedios anuales multianuales de la irradiación global recibida en una superficie horizontal durante el día (kWh/m^2 por día), con histogramas para las principales ciudades del país (promedios mensuales en Wh/m^2 por día).

Región Norte

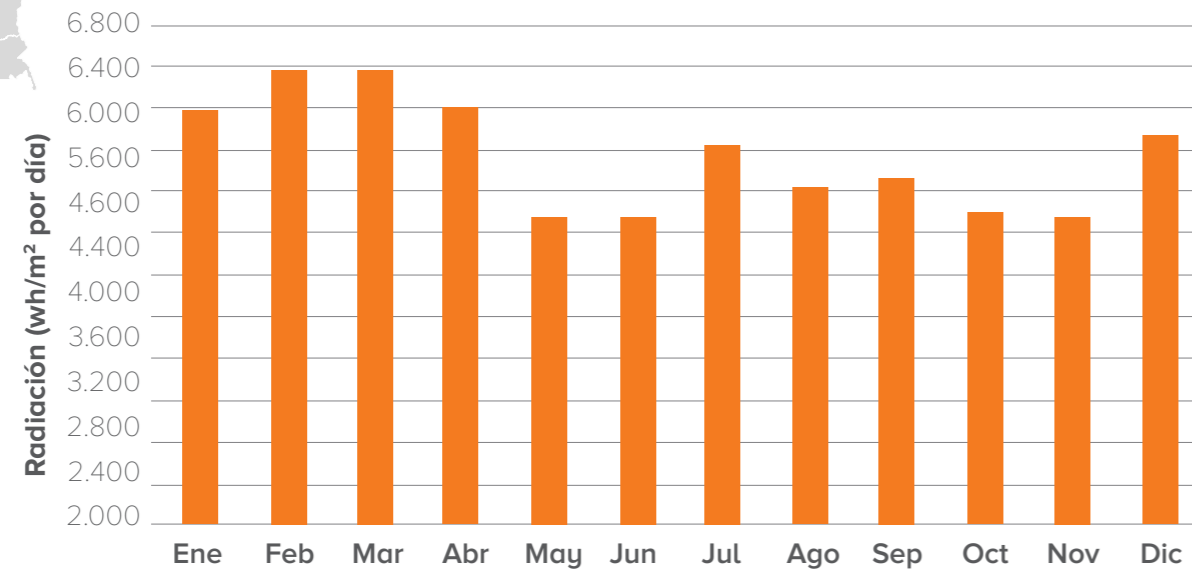


Fuente: Ideam.

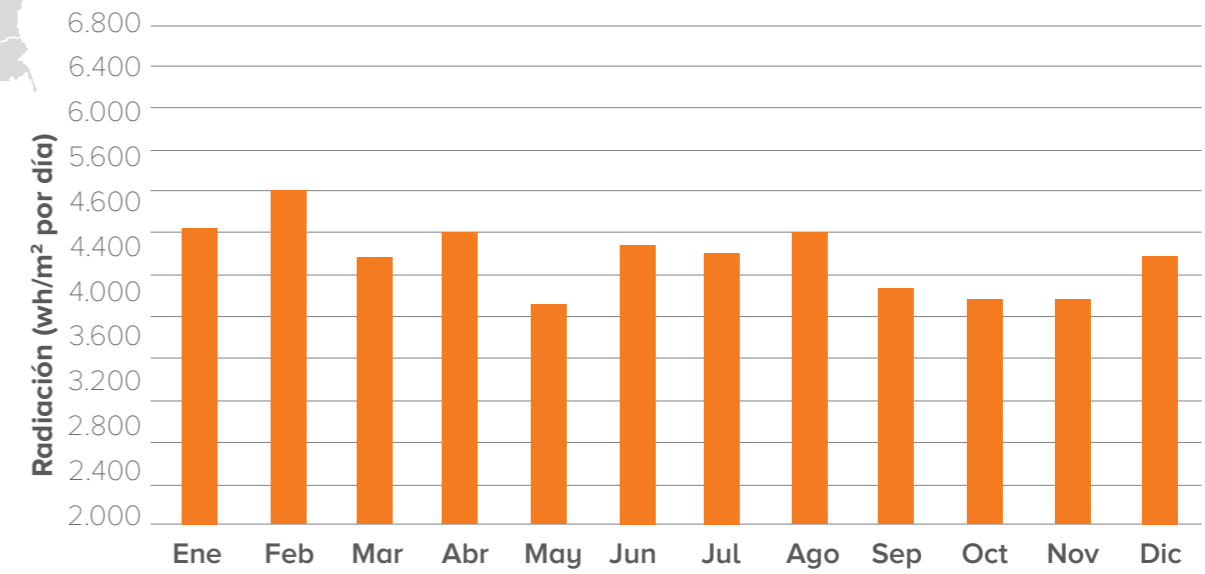




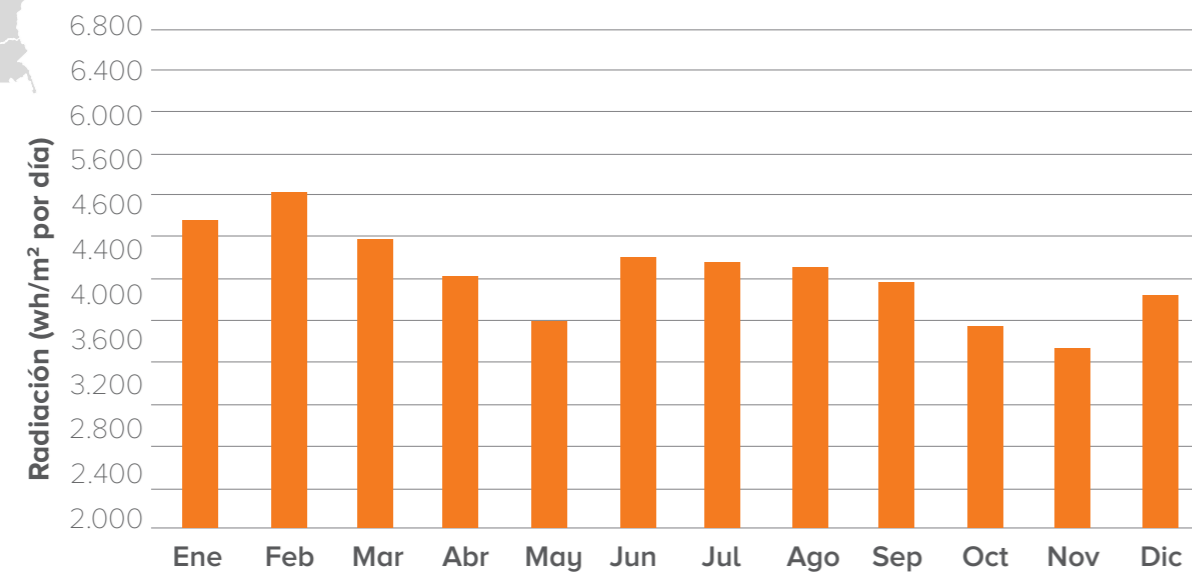
Promedio mensual de radiación global en **Cartagena**



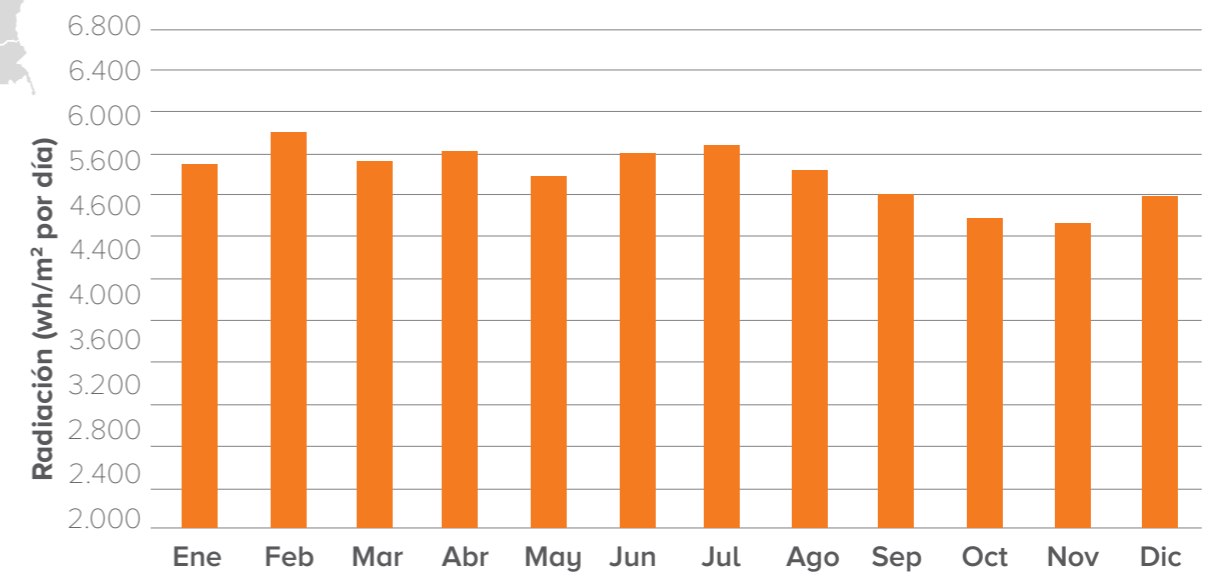
Promedio mensual de radiación global en **Montería de Fedearroz**



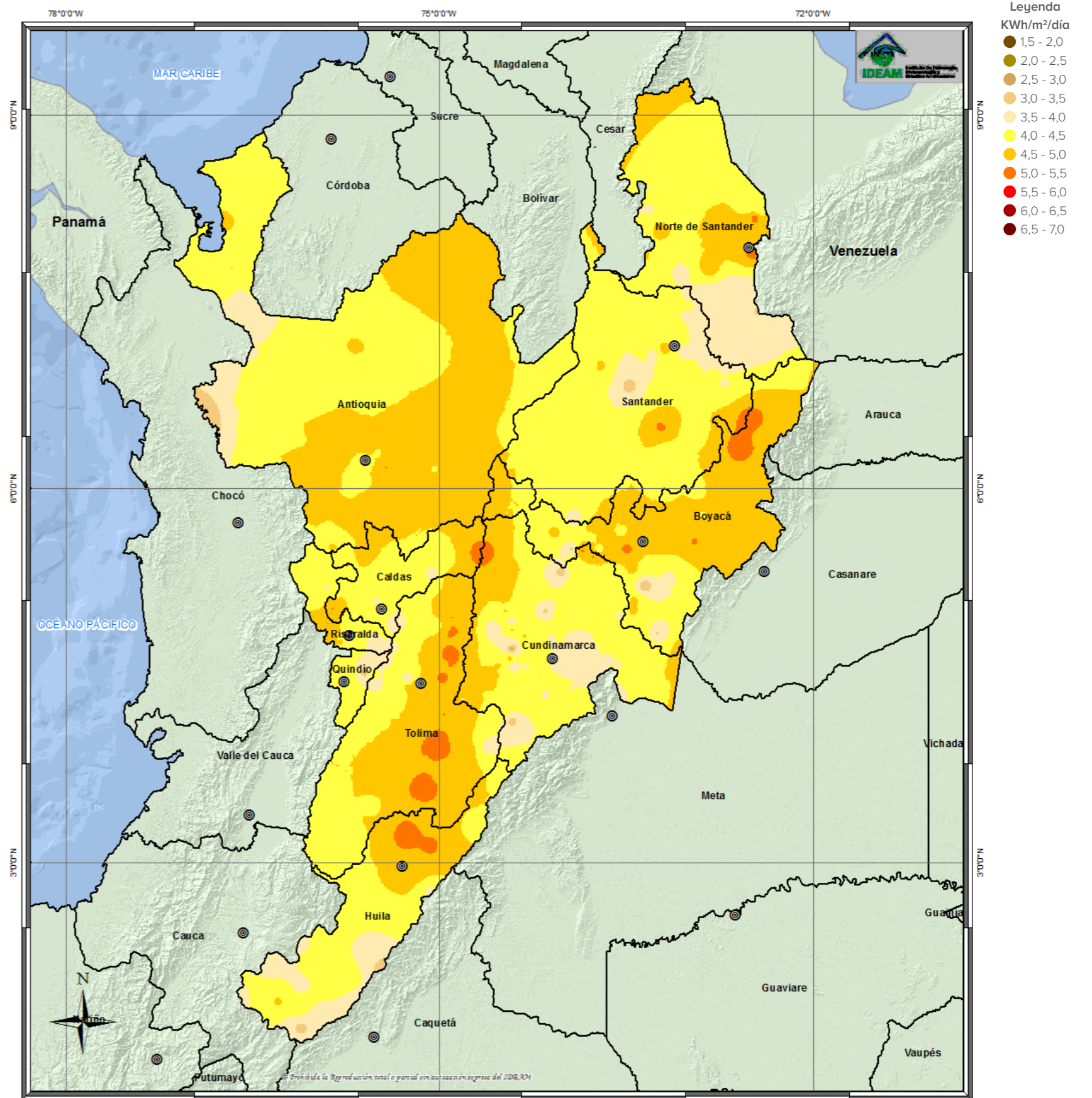
Promedio mensual de radiación global en **Sincelejo**



Promedio mensual de radiación global en **Valledupar**



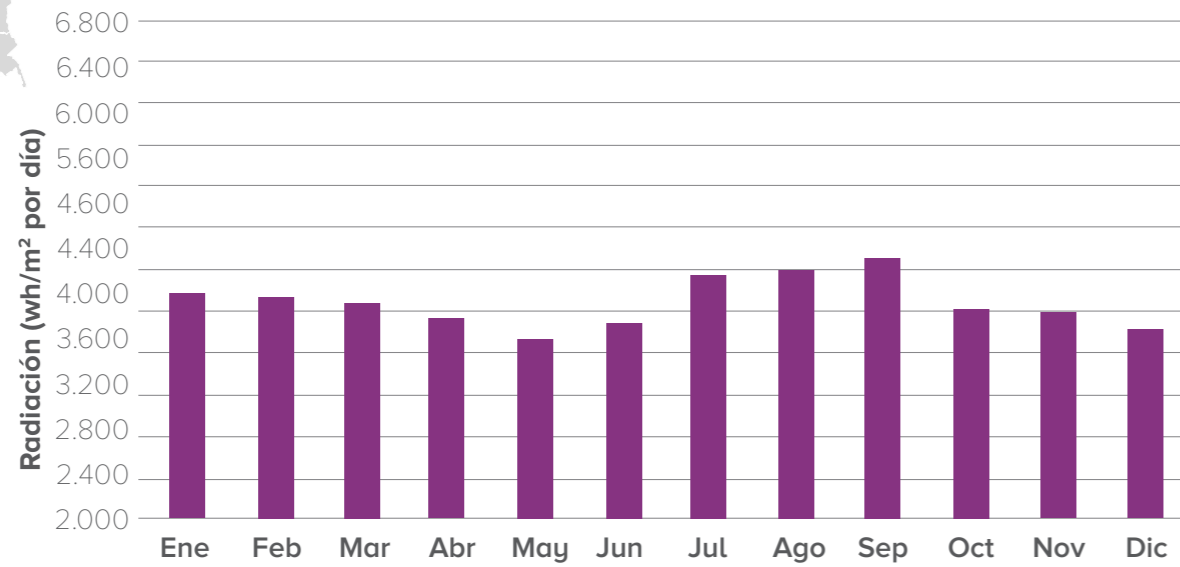
Región Central



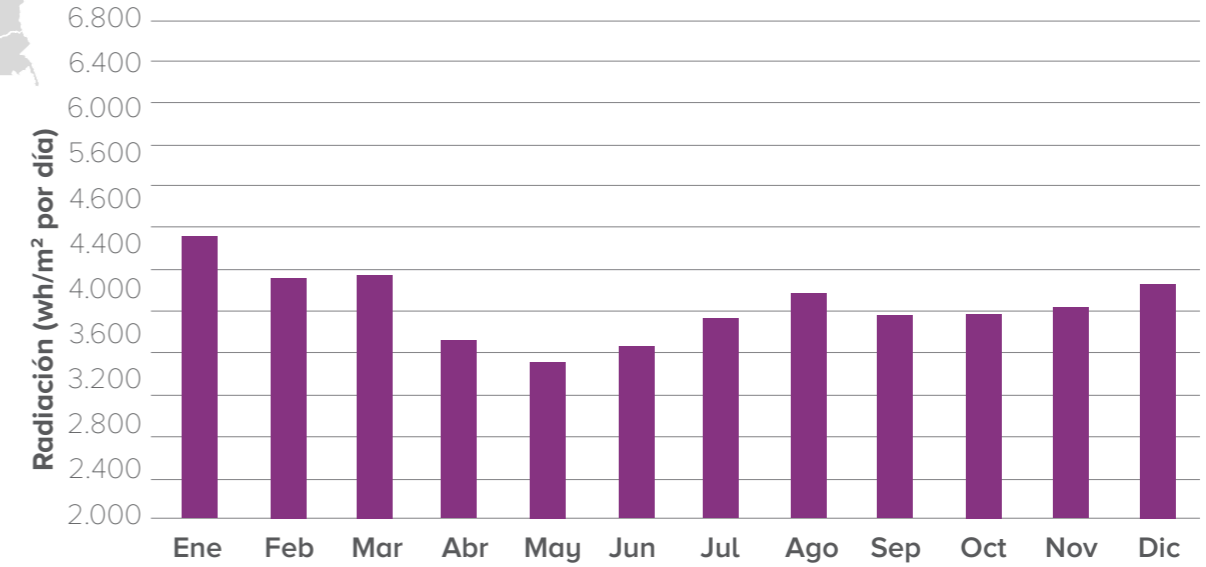
Fuente: Ideam.



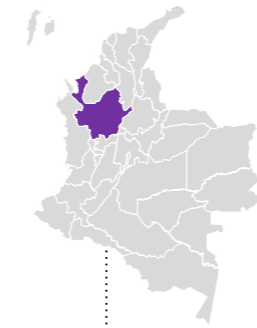
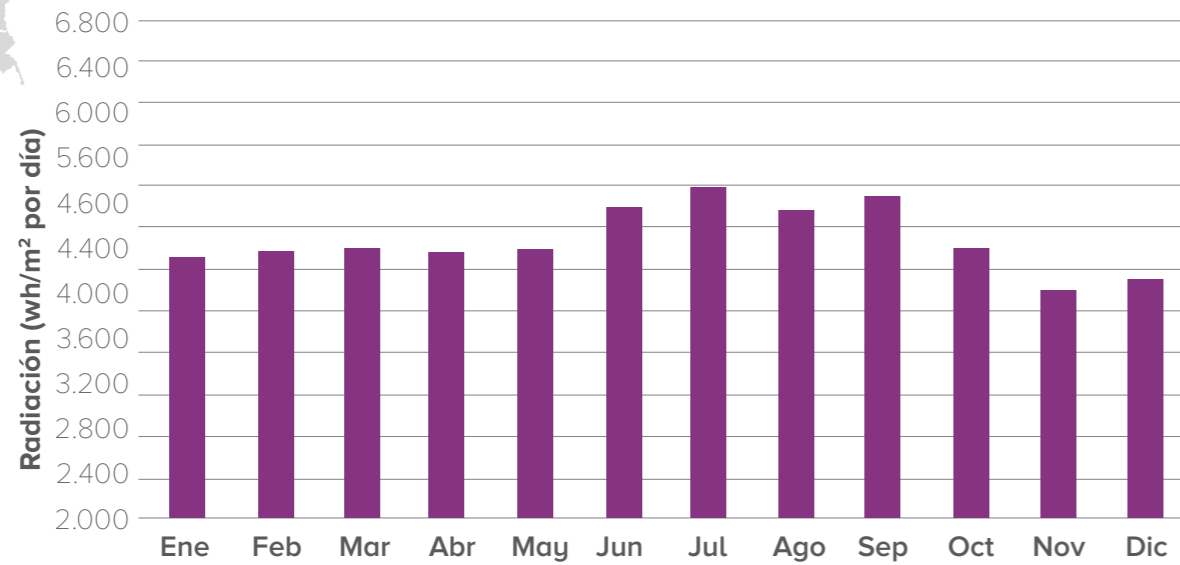
Promedio mensual de radiación global en **Armenia**



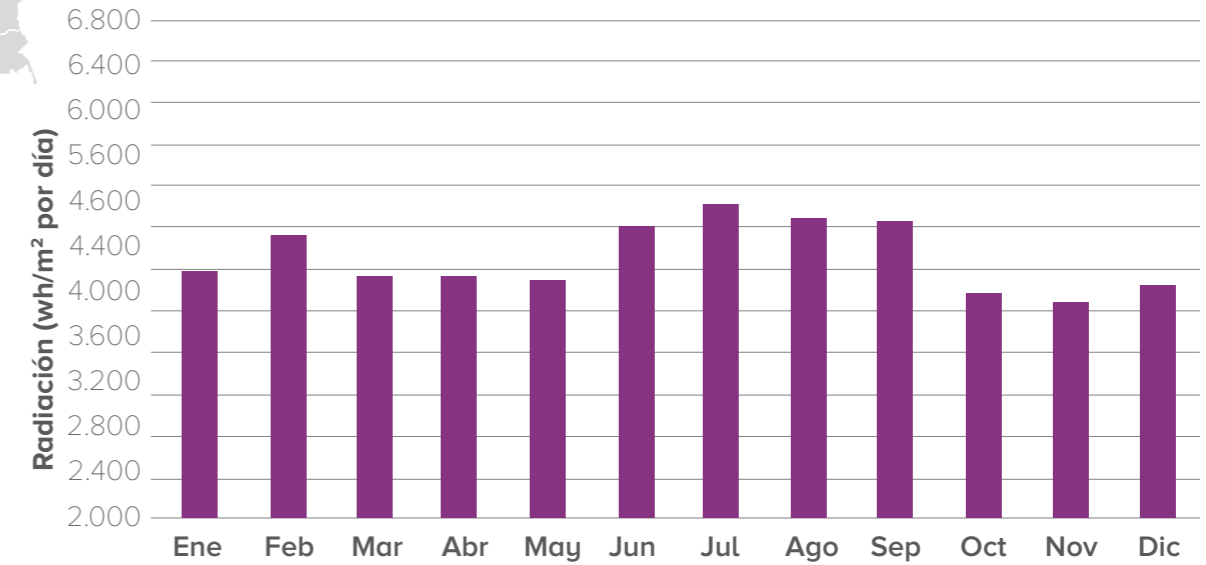
Promedio mensual de radiación global en **Bogotá, D.C.**



Promedio mensual de radiación global en **Ibagué**

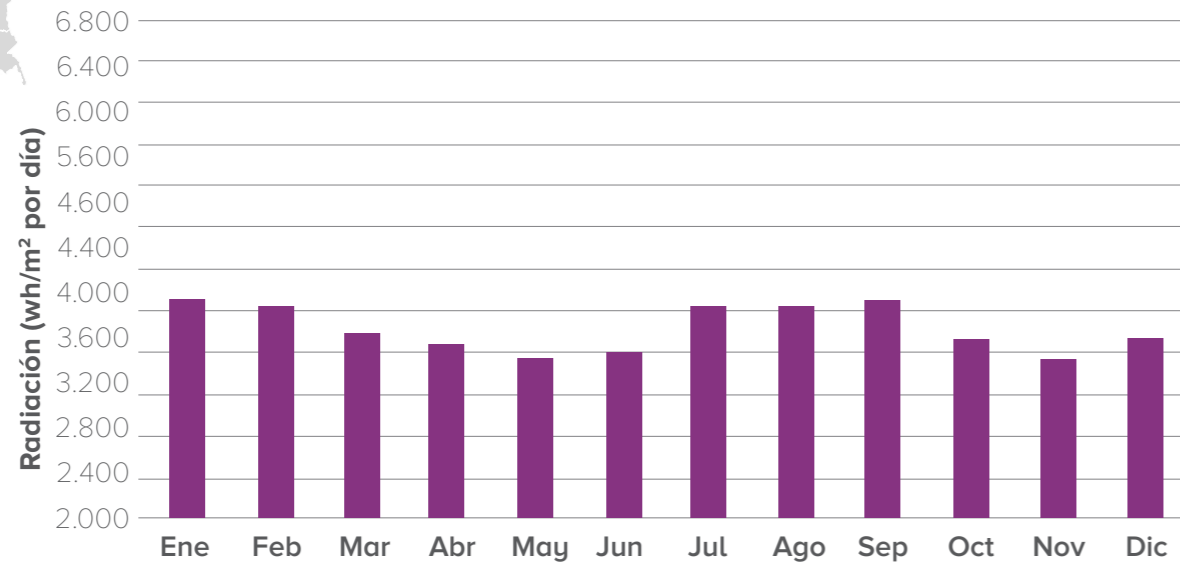


Promedio mensual de radiación global en **Medellín**

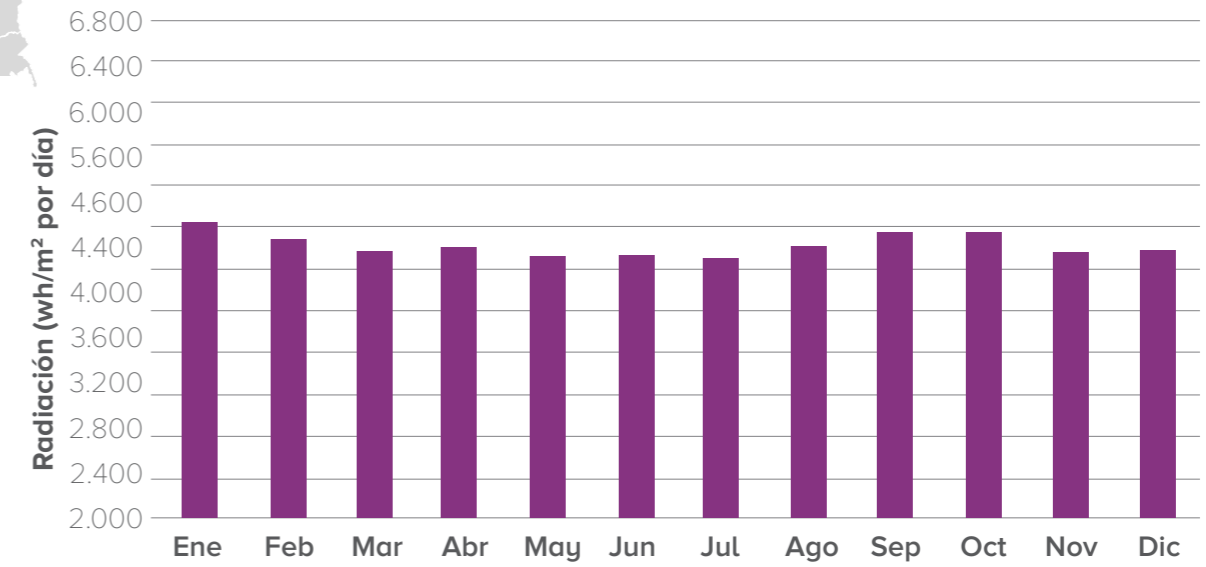




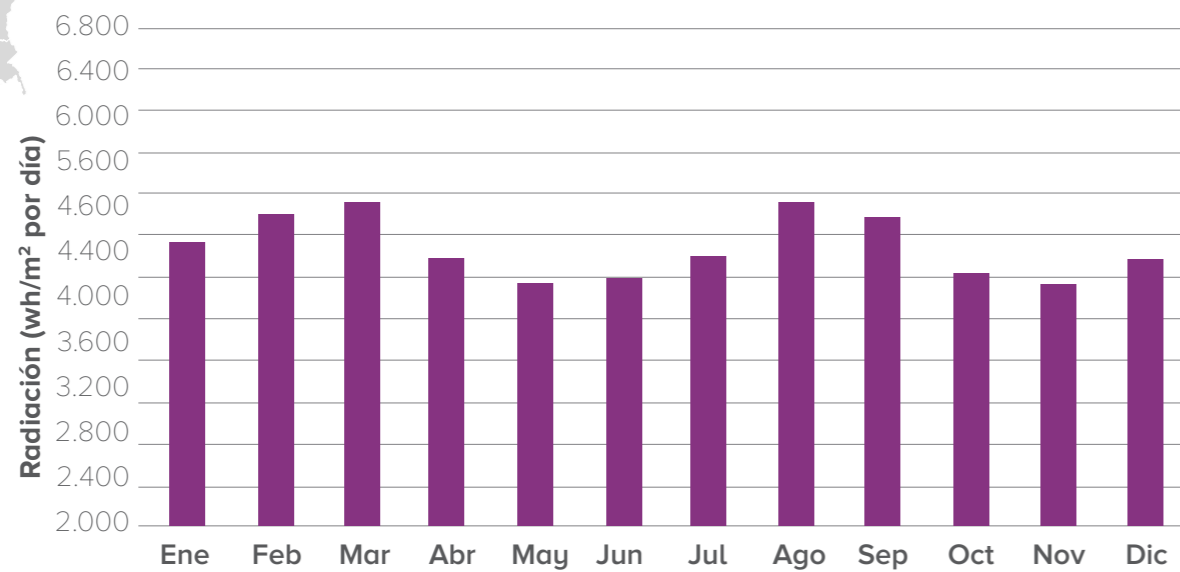
Promedio mensual de radiación global en Manizales



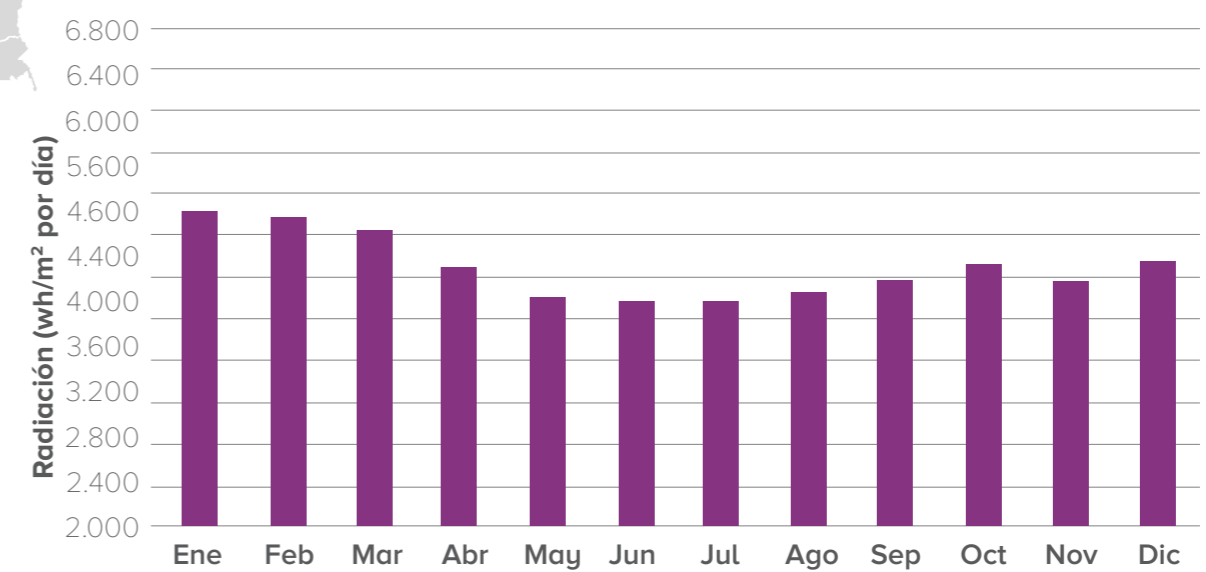
Promedio mensual de radiación global en Neiva



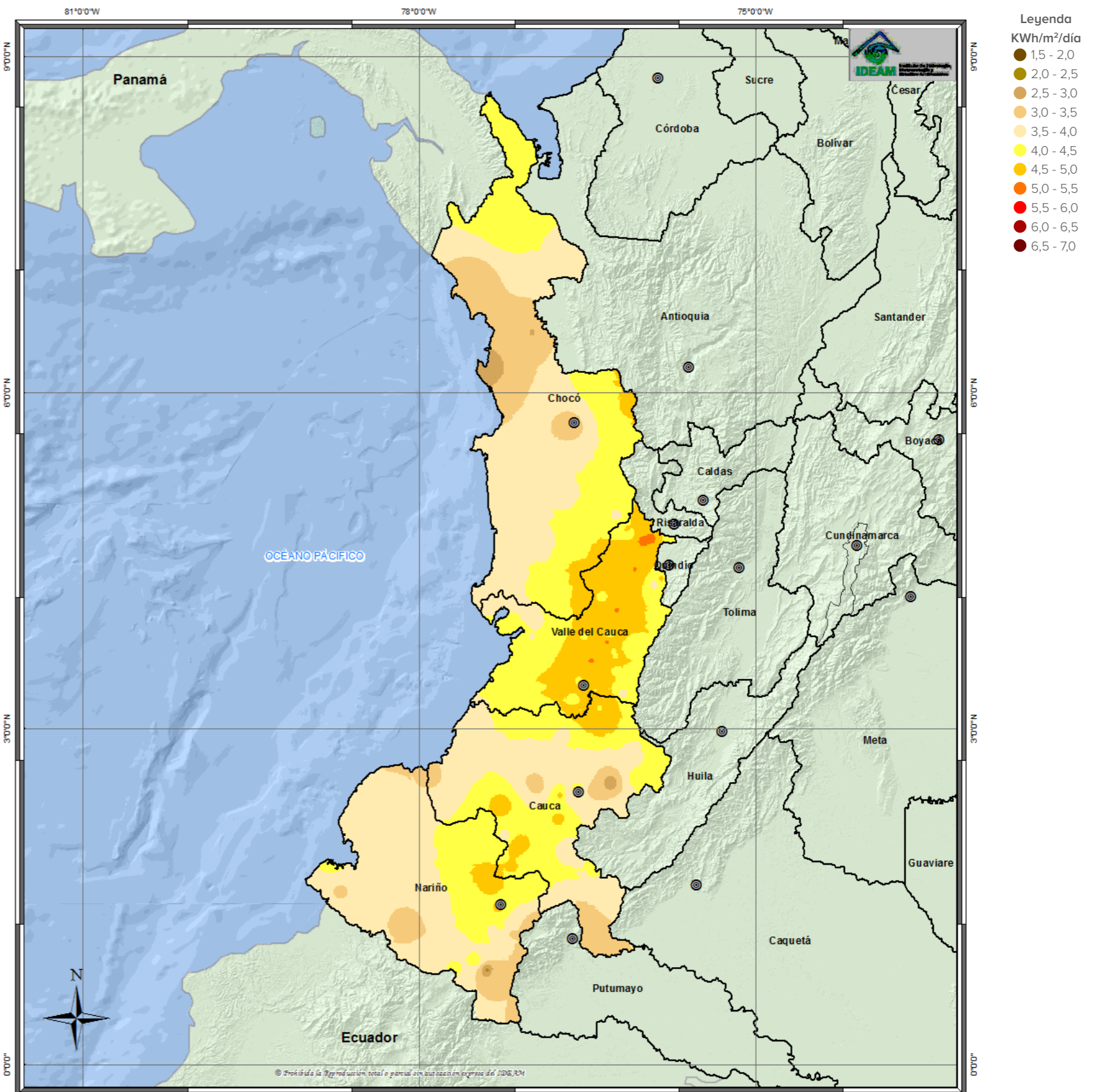
Promedio mensual de radiación global en Pereira



Promedio mensual de radiación global en Tunja



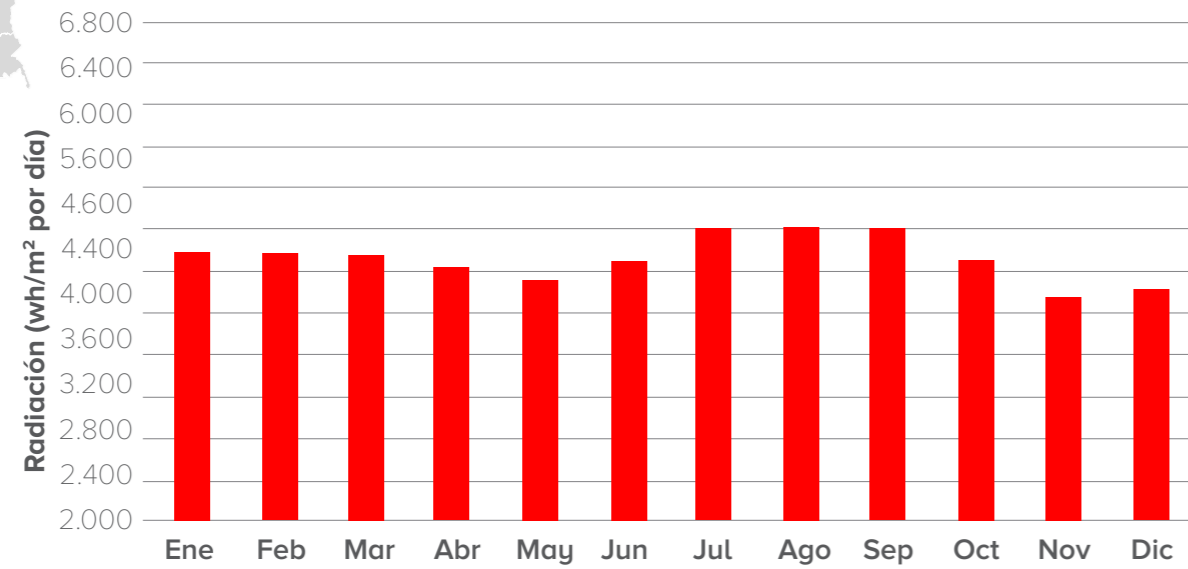
Región Occidente



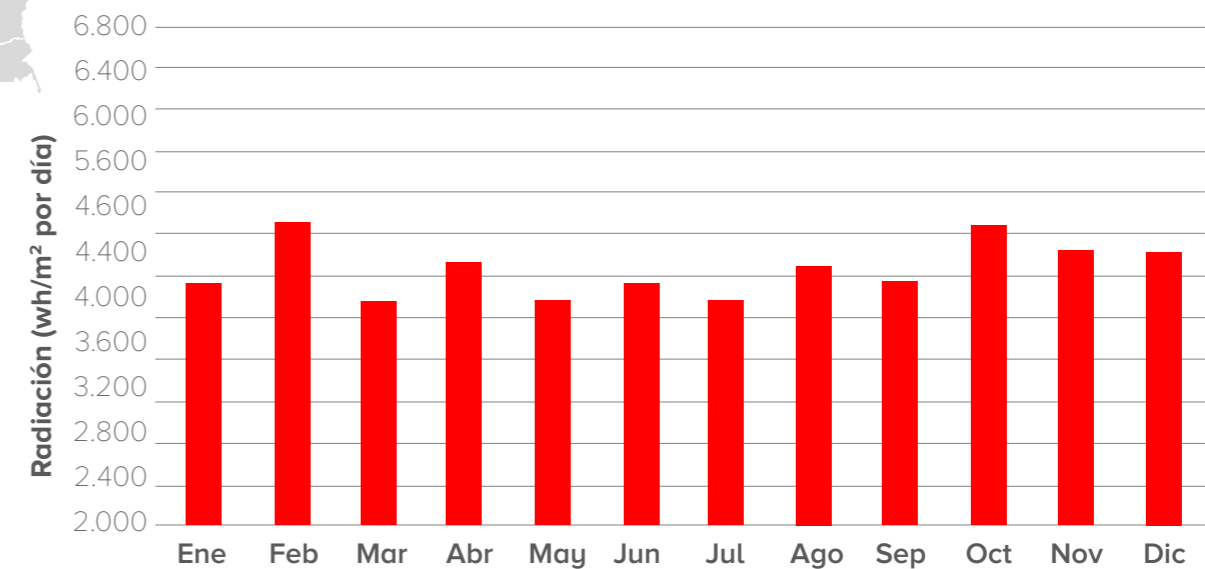
Fuente: Ideam.



Promedio mensual de radiación global en **Cali**



Promedio mensual de radiación global en **Pasto**



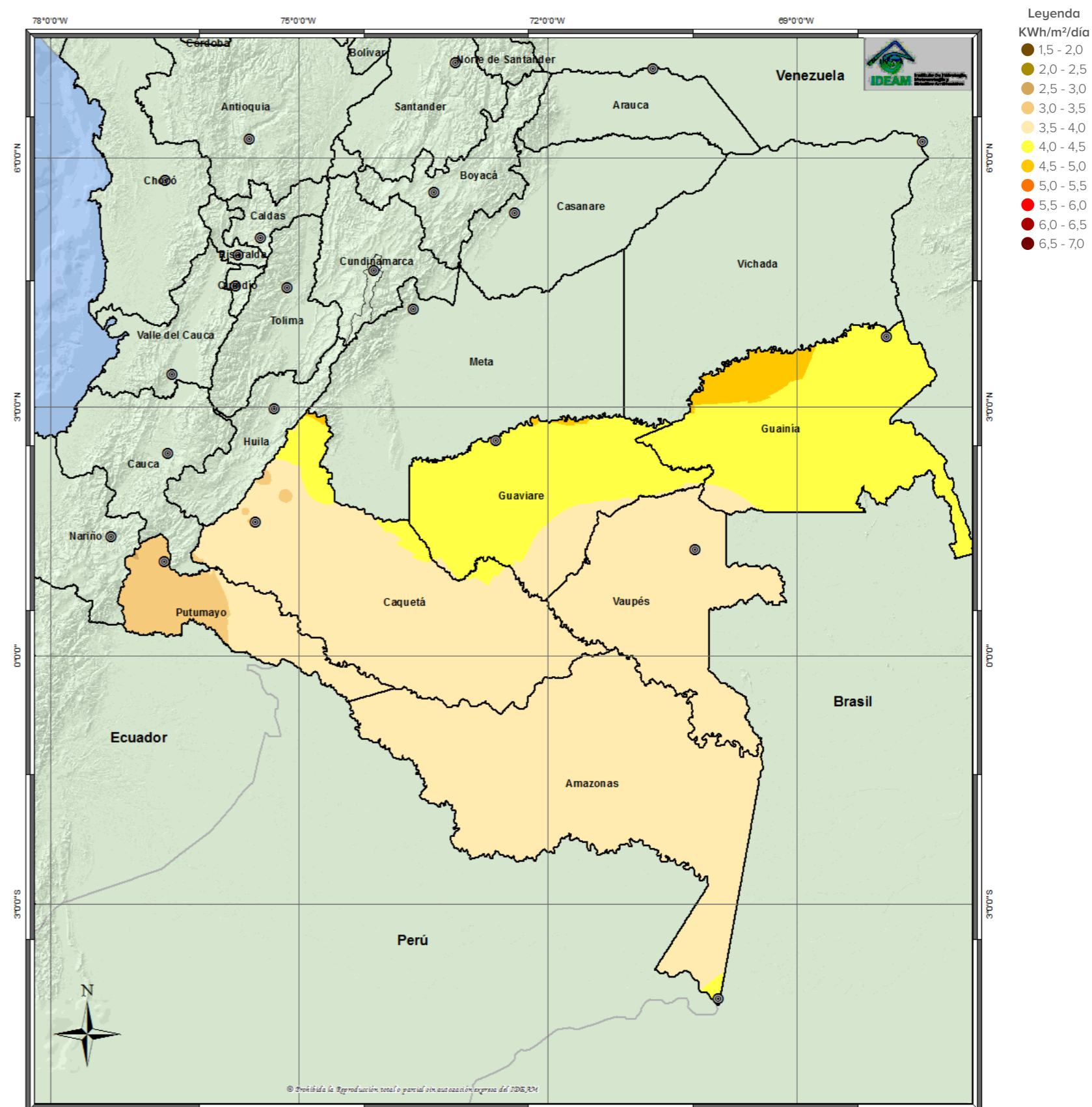
Banco de imágenes Imprenta Nacional
 AdobeStock - Santuario de Las Lajas, Ipiales.



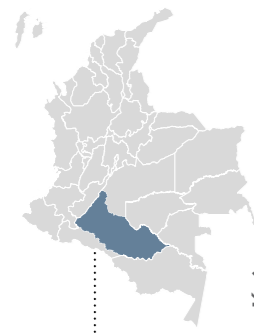
Región Sur



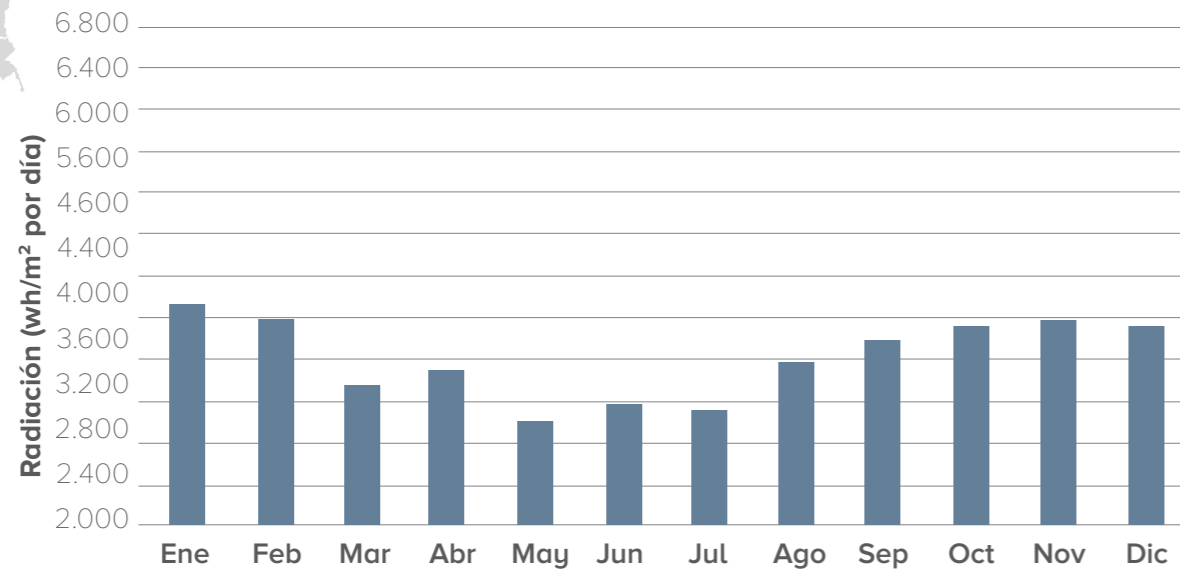
Banco de imágenes Imprenta Nacional
AdobeStock - monos ardilla común.



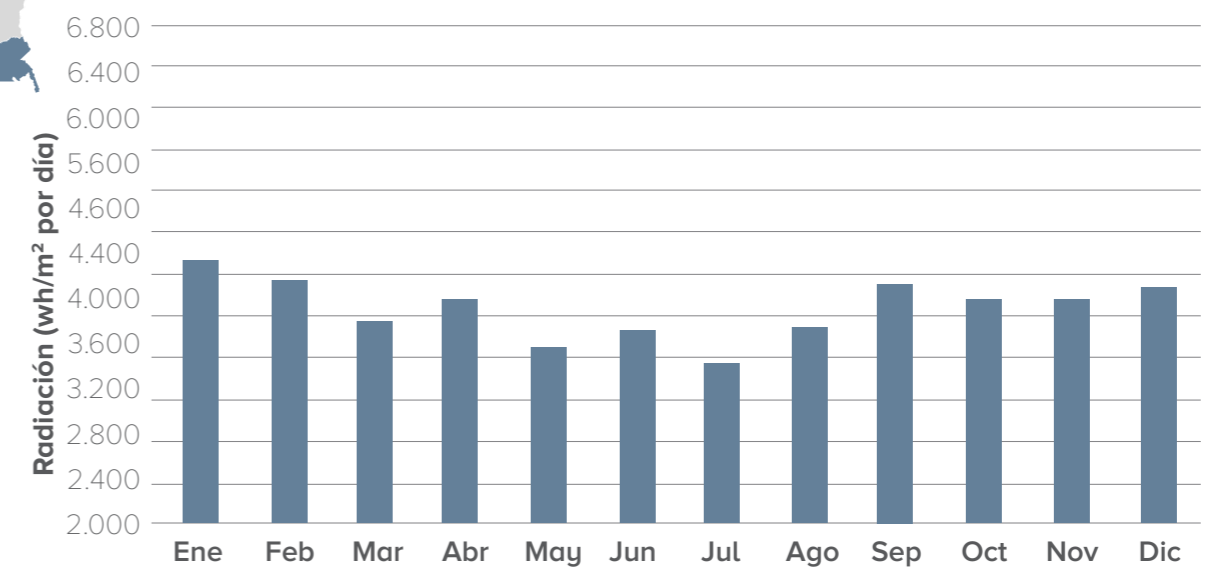
Fuente: Ideam.



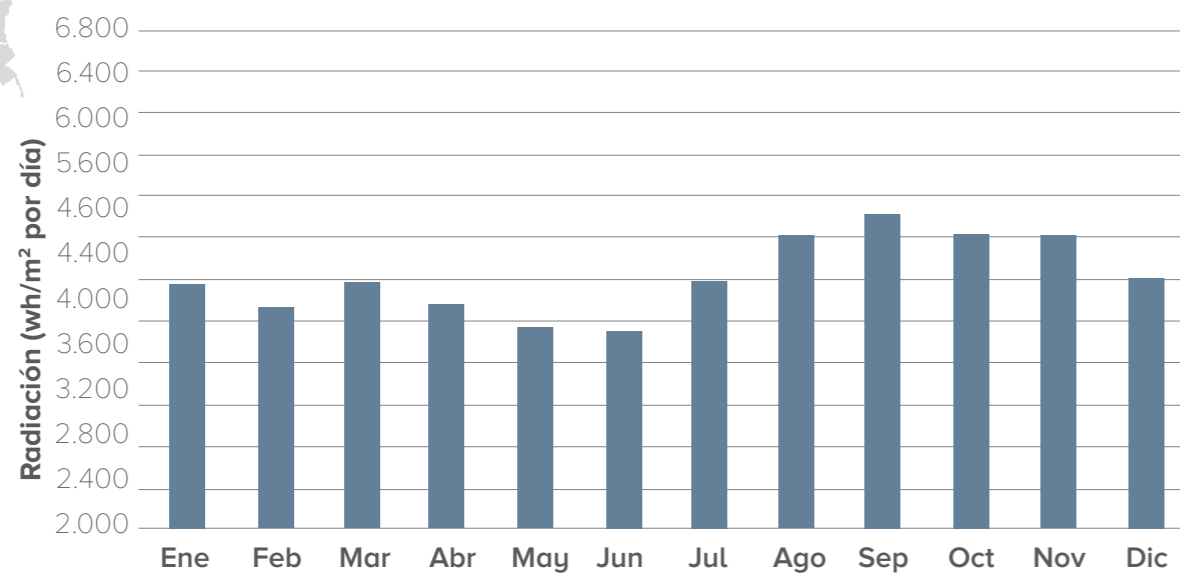
Promedio mensual de radiación global en **Florencia**



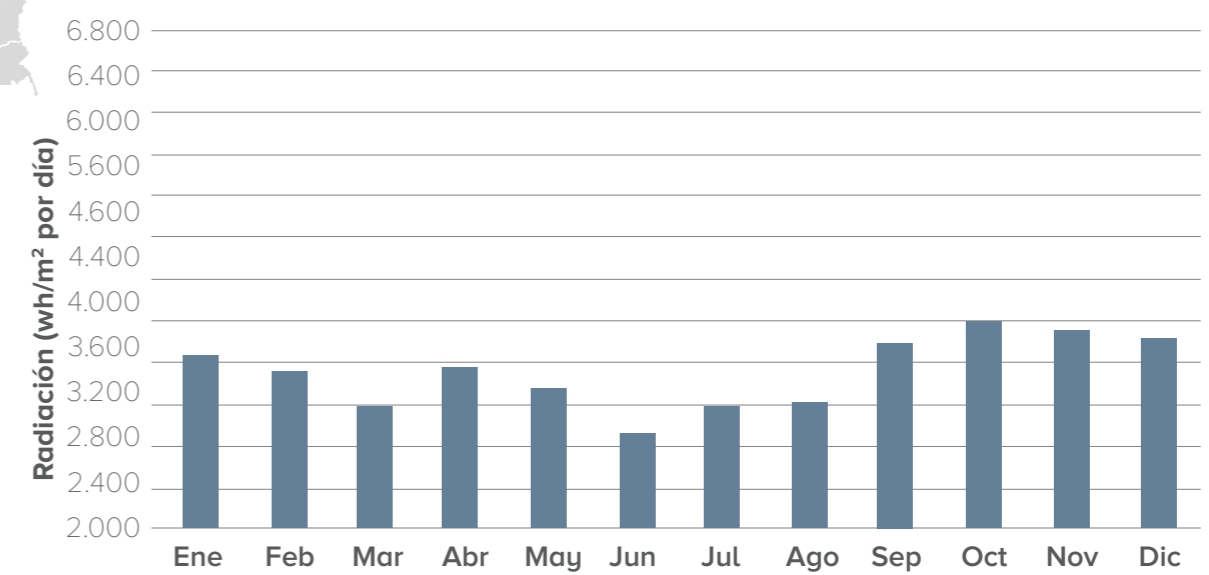
Promedio mensual de radiación global en **Inírida**



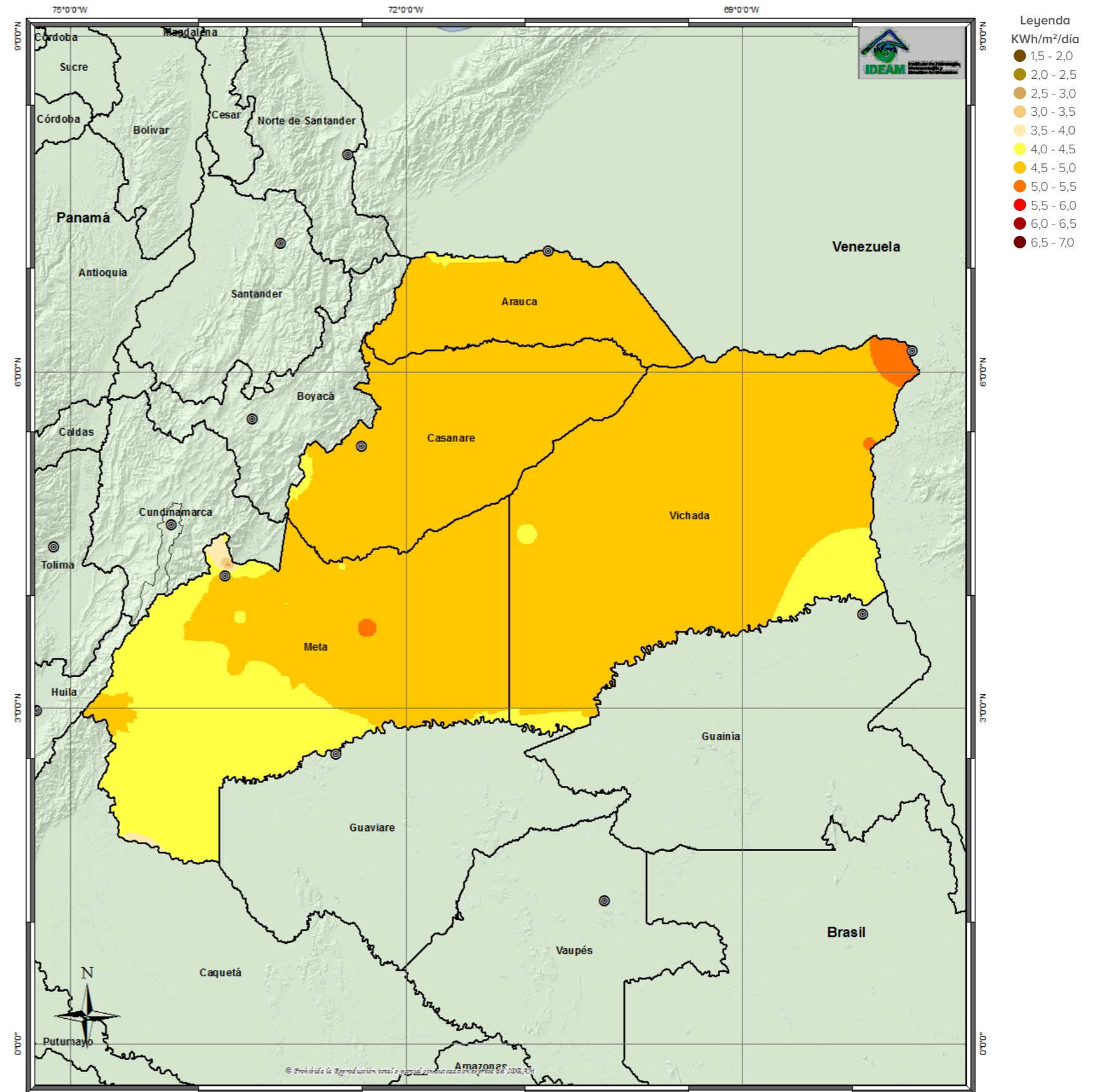
Promedio mensual de radiación global en **Leticia**



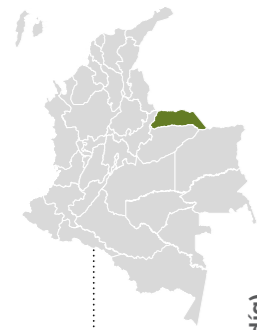
Promedio mensual de radiación global en **Mocoa**



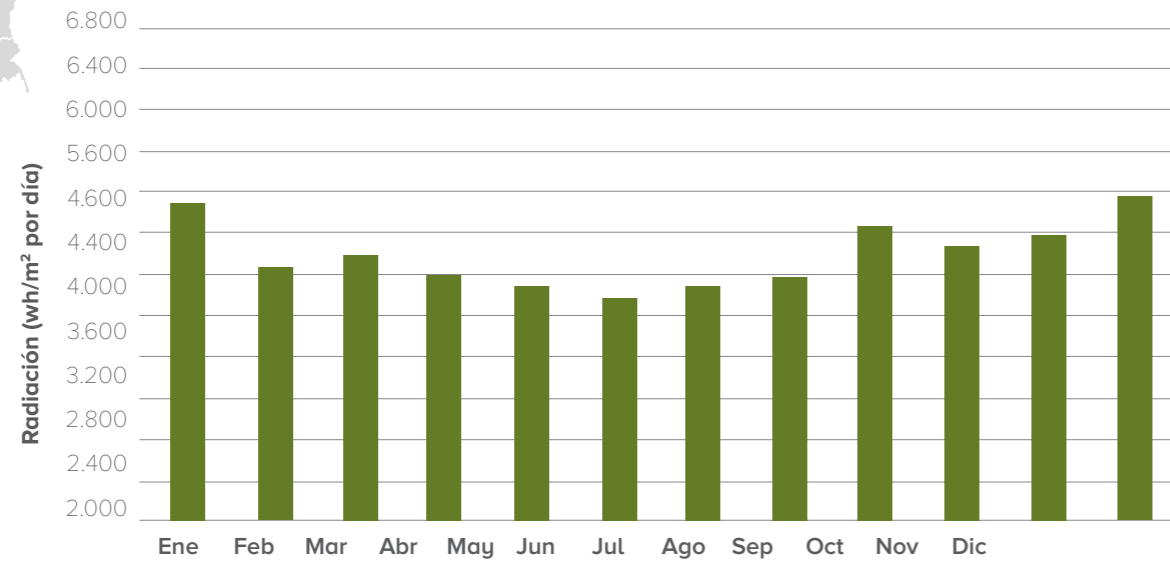
Región Oriente



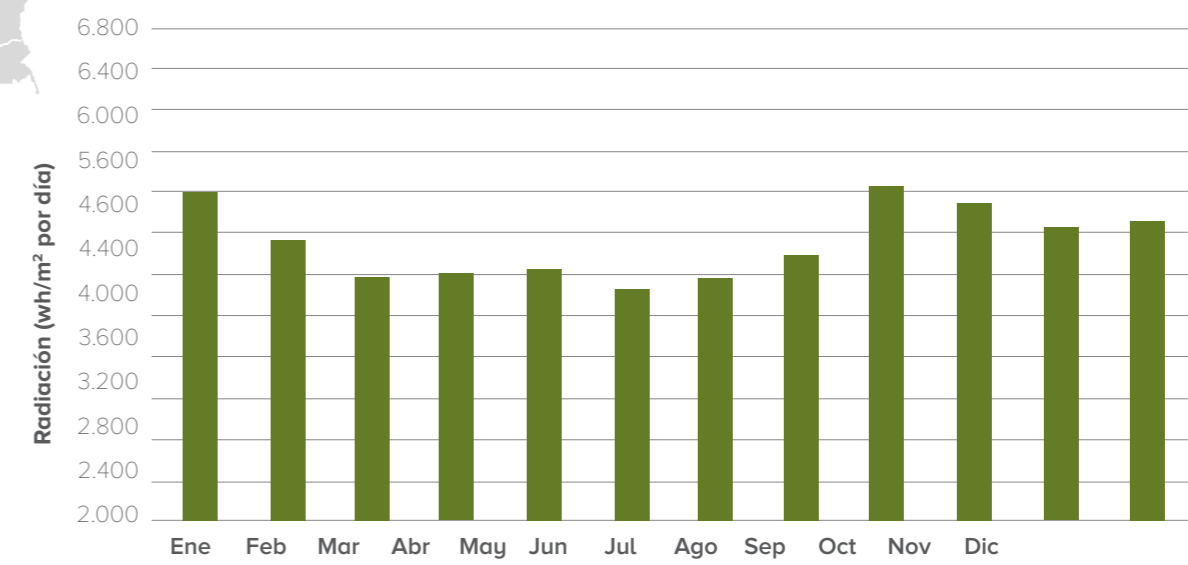
Fuente: Ideam.



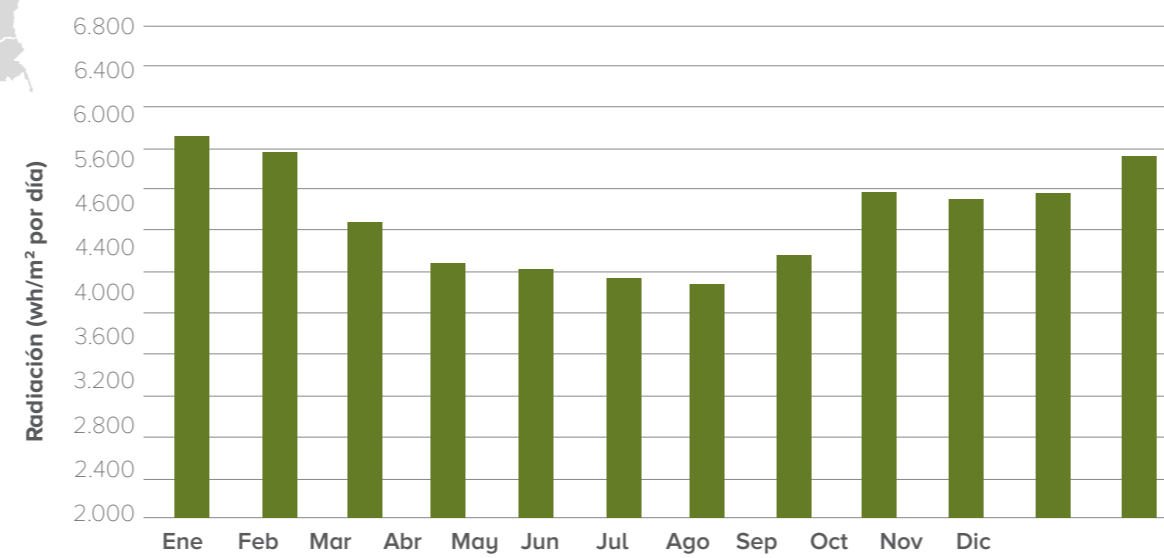
Promedio mensual de radiación global en **Arauca**

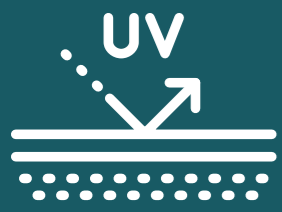


Promedio mensual de radiación global en **Villavicencio**



Promedio mensual de radiación global en **Yopal**





Teniendo en cuenta los mapas mensuales presentados en la figura 2.3. y los mapas e histogramas de irradiación global que se presentan en la figura 2.4. se destaca lo siguiente:



Región Norte

Comportamiento **bimodal**



Región Oriente

Comportamiento **monomodal**



En gran parte de las regiones Andina y Caribe se presenta un **comportamiento bimodal** en la radiación global a lo largo del año, con promedios altos generalmente de enero a marzo y de junio a agosto.

Región Sur

Comportamiento **monomodal**

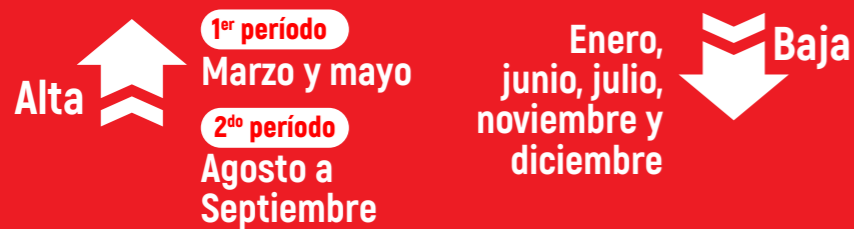


Región Occidente

Comportamiento **monomodal** (Chocó, Cauca y Nariño)



Comportamiento **bimodal** (Valle)



Región Central



Comportamiento **monomodal** (Boyacá)




A lo largo del año, la radiación global presenta un **comportamiento monomodal** en gran parte de la Amazonia y la Orinoquia, con valores altos a principios y finales del año y bajos a mediados del mismo.



VIENTO

Para la planificación de las actividades de aprovechamiento energético asociados al campo de viento es necesario entender y comprender el comportamiento de la dirección y su intensidad. En este sentido, las fluctuaciones en la intensidad se convierten en un determinante en la toma de decisiones. En lo ambiental, la dirección e intensidad apoyan estudios de dispersión de contaminantes atmosféricos; en la salud, determina el transporte de vectores; en lo aeronáutico, es útil para las operaciones de despegue y aterrizaje de aeronaves; en lo energético, perfila la implementación de parques eólicos; en lo agrícola, es un parámetro meteorológico esencial para determinar la evapotranspiración y los balances hídricos; en la gestión de riesgos, es una de las variables que causa desastres debido a la incidencia de los vientos fuertes sobre la actividad humana y los bienes materiales; en el desarrollo de infraestructura, ubicación de zonas industriales y la construcción de aeródromos; en el pronóstico del tiempo y predicción estacional, anticipa la presencia de eventos extremos para sacar provecho del nivel energético, entre otros.

En la figura 2.5. se pueden observar los mapas con los promedios mensuales de la velocidad del viento a 10 m de altura en metros por segundo (m/s). Estos mapas sirven como documento de referencia para Colombia en el sentido de que aportan conocimiento respecto al posible uso del viento como energía alternativa, indicando los lugares estratégicos donde podría ser más aprovechable este recurso natural para dar soluciones a las necesidades energéticas de la nación. Además, son útiles para establecer aplicaciones de tipo climatológico, calidad del aire, construcción de aeródromos, clima urbano, turismo e incluso agrometeorología y aeronavegación. Al realizar un análisis de estos mapas para las regiones naturales de Colombia, se destaca lo siguiente:

 Banco de imagenes Imprinta Nacional
AdobeStock - mujer Wayúu vista posterior, en traje tradicional en las dunas de arena en el desierto. La Macuira, La Guajira.

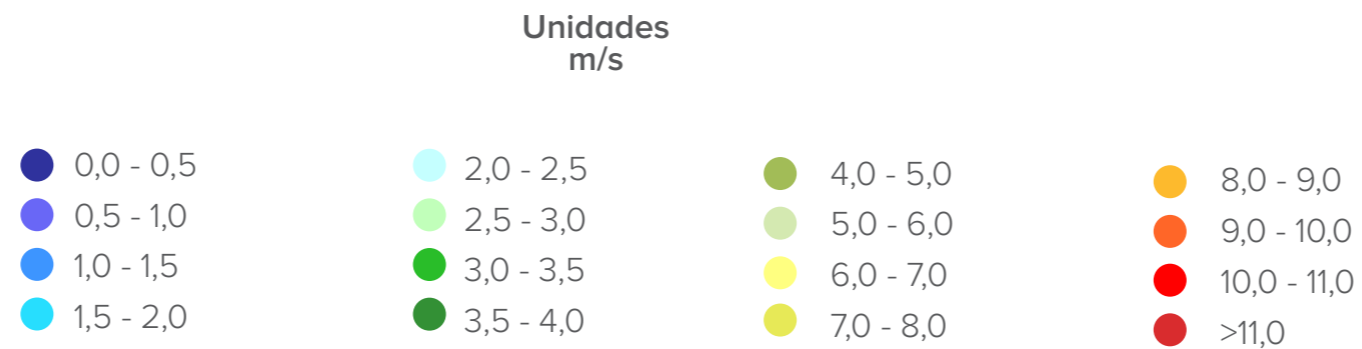
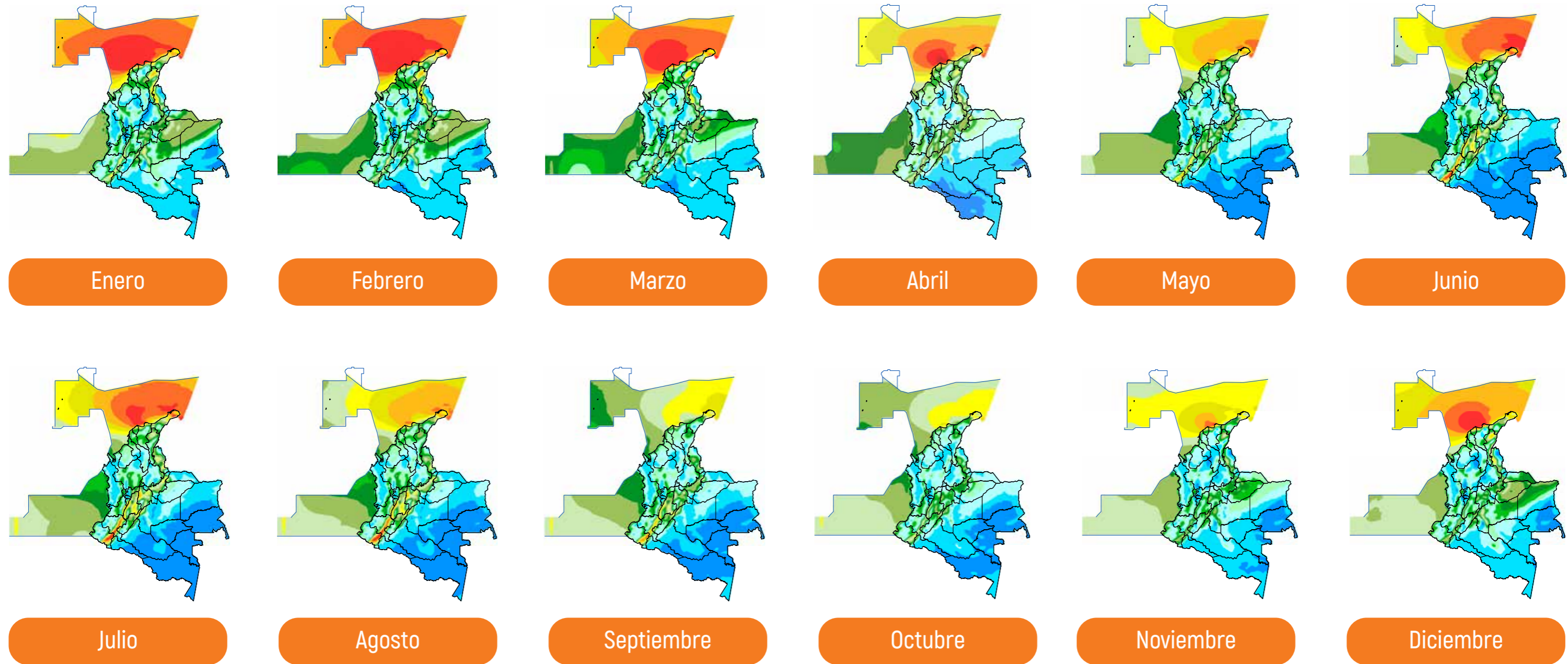


La fluctuación de la intensidad y dirección del viento proporciona información relevante para la planificación de distintas actividades.



Figura 2.5.

Mosaico del ciclo anual de la velocidad promedio del viento a 10 m de altura (m/s).

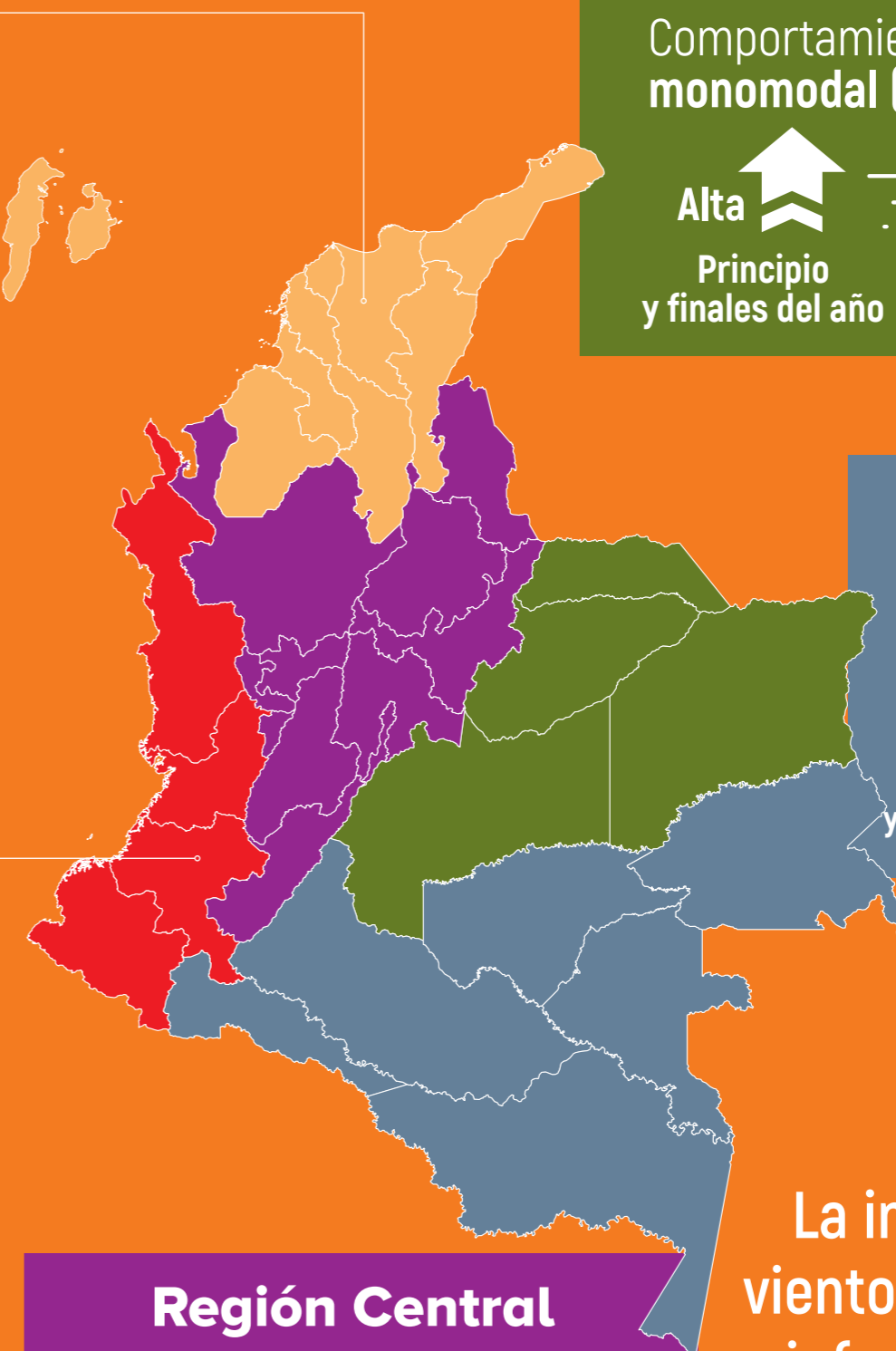
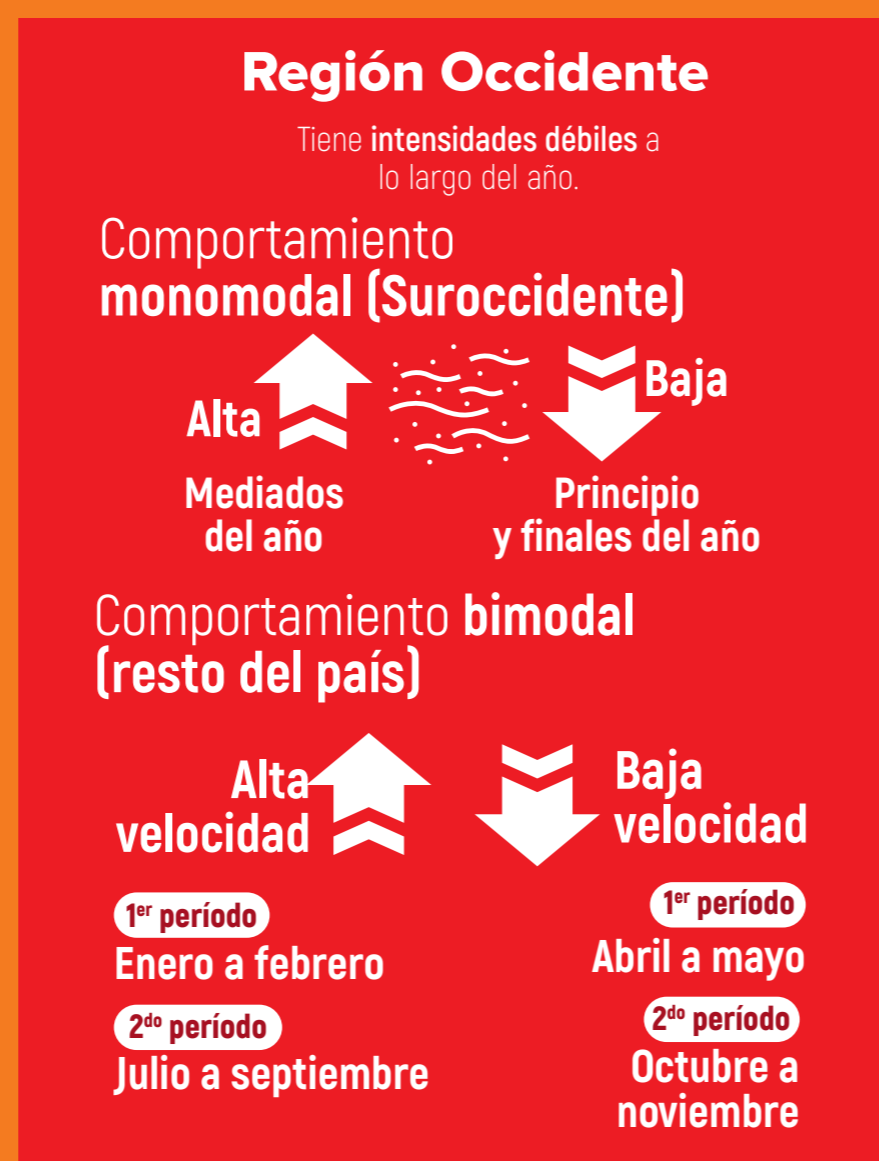


Finalmente, entre los períodos diciembre-marzo y junio-agosto, las velocidades tienden a aumentar sobre el mar Caribe y zonas de montaña. No obstante, para el primer período, las velocidades son particularmente altas en la región marítima, mientras que para el segundo período las intensidades más importantes se concentran en las máximas elevaciones de la cordillera de los Andes, especialmente en el sur del país, desde el Macizo colombiano hasta el departamento del Tolima. En el océano Pacífico, las máximas velocidades (>4m/s) se registran durante el trimestre noviembre-diciembre-enero.

Nota

Si desea información complementaria relacionada con la normatividad, comportamientos horarios de estas variables, entre otros temas, se sugiere consultar los atlas de radiación solar y vientos en Colombia publicados en la página web del Ideam:

<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/atlas-de-colombia>.



La intensidad del viento proporciona información para planificar distintas actividades que dependen de su fluctuación.

Referencias

Capítulo 2

- [1] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2018a). *Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia*. Bogotá: Ideam-UPME.
- [2] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2018b). *Atlas de viento de Colombia*. Bogotá: Ideam-UPME.
- [3] García Arbeláez, C., & González, M. A. (2017). *Las energías renovables: motor del desarrollo sostenible* (1ª ed.). Cali: WWF Colombia.
- [4] Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) (2019). Informe mensual. Solicitud de certificación de proyectos de fuentes no convencionales de energía (FNCE)-incentivos de la Ley 1715 de 2014. Informe 5. Bogotá: UPME.
- [5] Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Bogotá: UPME.

3

Biodiversidad



Autores del capítulo

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Érika Nathalia Salazar Gómez, Ángela Celis Tarazona

Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia: Dairo Escobar, Ricardo Ortiz, Jemmy Díaz, Camila Plata.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam): Liz Johanna Díaz Cubillos, Nidia Cristina Mayorga Ulloa

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi): Dairon Cárdenas, Sonia Sua, Andrés Barona y Nicolás Castaño, Mariela Osorno, Doris Laurinette Gutiérrez, José Rancés Caicedo, Esteban Carrillo Chica, Darwin Morales Martínez, Natalia Atuesta Dimián, Efraín Reinel Henao, Clara P. Peña Venegas, William Castro Pulido, César Augusto Bonilla Castillo, Guber Alfonso Gómez y Edwin Agudelo.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP): Éric Yair Cuesta Ríos, Zulmary Valoyes Cardozo, Luis Eladio Rentería Moreno, Luis Javier Mosquera Ramos, Reimer Rengifo Ibargüen, Yiskar Damián Murillo Asprilla, Kritzia Jocelyn Copete Murillo.

Agradecimientos

Diana Patricia Ramírez y Claudia Patricia Rodríguez por sus contribuciones con el desarrollo de la sección transformación de los ecosistemas naturales en Colombia en el periodo de cambio 2005-2009 vs. 2010-2012

Los **registros biológicos** son **datos primarios** sobre biodiversidad, corresponden a **especímenes preservados** en colecciones u observaciones en campo.

Los **datos publicados** a través del **SiB Colombia** permiten a las autoridades ambientales contar con información robusta, actualizada y de fácil acceso para la gestión territorial de la biodiversidad.



Cerca de **27 millones** de especímenes representan la **biodiversidad del país**

En el **2018**, 15 autoridades ambientales compartieron datos abiertos sobre biodiversidad a través del SiB Colombia: **Carder, CDMB, Coralina, Corantioquia, Cormacarena, Cornare, Corpoamazonia, Corpocaldas, Copoguvio, Cortolima, CVC, CVS, MADS, PNN y SDA**. Estos datos representan el **3,6%** de todos los datos de Colombia publicados en el 2018



En la Amazonía colombiana, a diciembre de **2018** se registraron **219 especies** y **5.856 ejemplares** catalogados en la colección de **anfibios** de esta región del país.



A la colección del **Herbario Amazónico Colombiano (COAH)** ingresaron **6.664** registros en 2018; de los ingresos a la colección **125** fueron nuevos nombres.



Desde **2014** el **Sinchi** comienza acciones para **restauración ecológica con 3 beneficiarios** (5 hectáreas); en **2018** ya se cuenta con **16 beneficiarios** y **50 hectáreas** en proceso de restauración ecológica activa y 81.9 de restauración ecológica pasiva, **para un total de 131,9. ha**



Se resalta la **importancia de la conservación del Darién como un ecosistema en equilibrio** que sustenta la biota y su dinámica en este corredor ecológico natural.



La **Amazonía** cuenta con **1.266** ejemplares de **crocodilidos identificados**, pertenecientes a tres especies, **8** de **tortugas**, un anfibio, **53 lagartos** y **76 serpientes**; para un total de **141 especies**; adicionalmente una colección de 2.500 serpientes pertenecientes a distintas regiones amazónicas.



Biodiversidad en Amazonía colombiana

Los **suelos amazónicos colombianos** presentan **alta biodiversidad**, por lo que resulta muy importante continuar con la generación de conocimiento relacionado con estos.

En los departamentos amazónicos evaluados entre 2013 y 2018 se han **registrado 747 especies de aves, distribuidas en 70 familias.**

Las **hormigas y termitas** son los grupos de artrópodos **más diversos** de acuerdo a los inventarios más amplios de la región amazónica colombiana.

Los **suelos amazónicos** colombianos **albergan el 44% de la diversidad mundial** de hongos formadores de micorrizas arbusculares, claves en la nutrición vegetal.



Los cerros Tacarcuna, Cuchillo en la región del Bajo Atrato-Darién y Galápagos y Alto del Marrano en la región del San Juan, Chocó Biogeográfico, son uno de los sitios con **mayor riqueza biótica y endemismos** gracias a su ubicación estratégica.




INVENTARIO DE LAS COLECCIONES BIOLÓGICAS EN COLOMBIA¹

Las colecciones biológicas custodian el patrimonio irremplazable, el cual contiene datos e información esencial para la gestión integral de la biodiversidad.

Existen 231 colecciones biológicas inscritas en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC), que se encuentran en 44 municipios de 27 departamentos de Colombia.

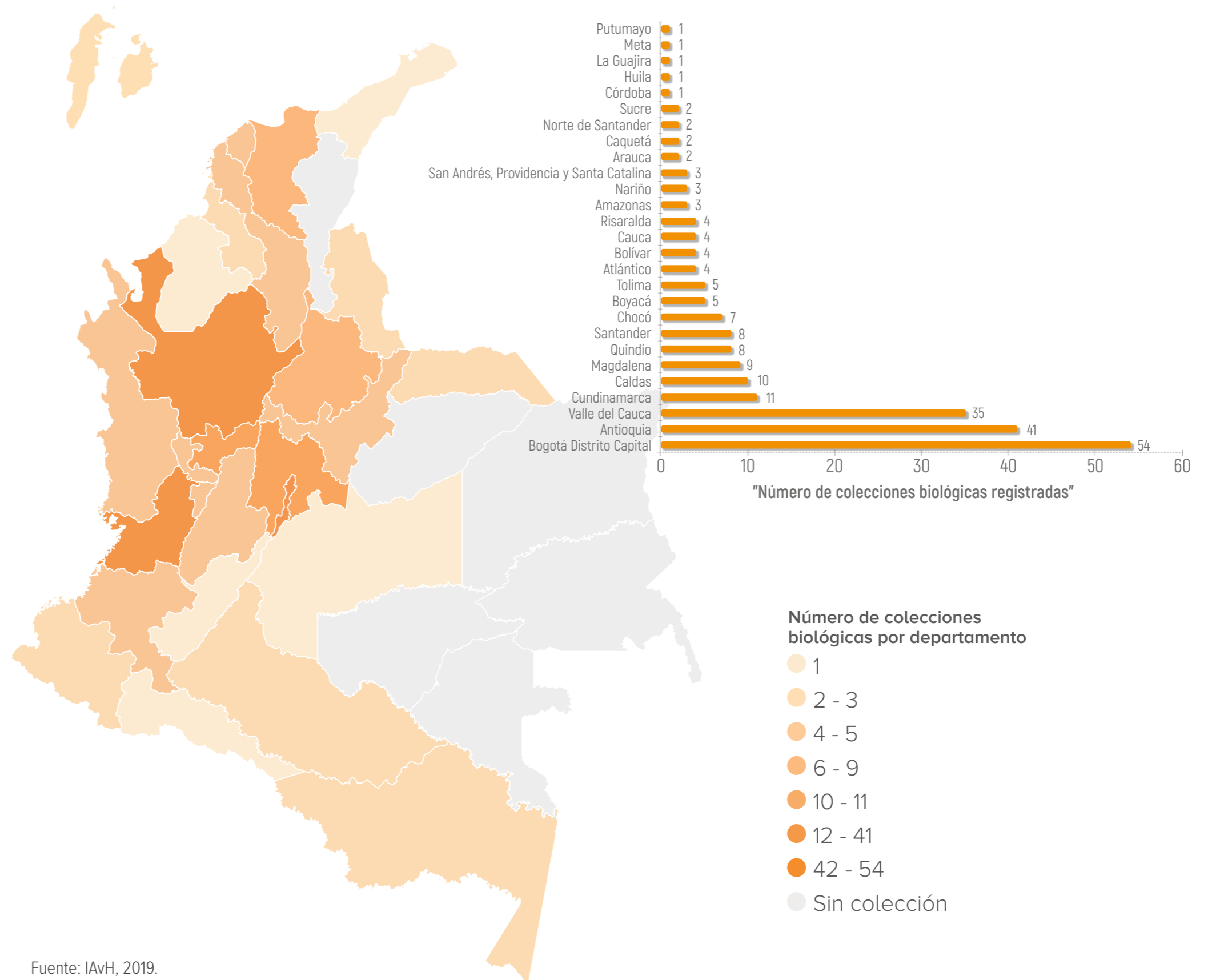


 Laury Gutiérrez y Juan Camilo Bonilla

¹ Preparado por: Instituto Alexander von Humboldt - Erika Nathalia Salazar Gómez, Ángela Celis Tarazona.
² Las cifras mencionadas en este texto, se estimaron a partir de la base de datos del RNC consultada en diciembre de 2018 en el siguiente enlace: <http://rnc.humboldt.org.co/admin/index.php/registros/colecciones>. Estas cifras no tienen en cuenta los ejemplares en las colecciones biológicas que cancelaron su registro ante el RNC. La cifra reportada como número de ejemplares está representada tanto por individuos, como lotes o viales. Cerca de 70 colecciones no han realizado la actualización de sus metadatos ante el RNC, por tanto, no tenemos certeza acerca de la calidad de la información reportada de 386 mil ejemplares.



Figura 3.1. Representatividad de colecciones biológicas registradas en el RNC por departamento. Los tres departamentos con mayor representatividad de colecciones son Bogotá D. C., Antioquia y Valle del Cauca.



Fuente: IAvH, 2019.

El 50% de las colecciones biológicas son zoológicas (115), seguidas por los herbarios (51), de especímenes vivos (35), microorganismos (25) y de tejidos (5) (Figura 3.2). Estas custodian cerca de 27 millones de especímenes que son testigo de la biodiversidad en el país, constituyen el patrimonio irremplazable para la nación y contienen información que puede ser usada para guiar de forma efectiva el gasto público en la gestión de la biodiversidad, la salud pública y la seguridad alimentaria³.

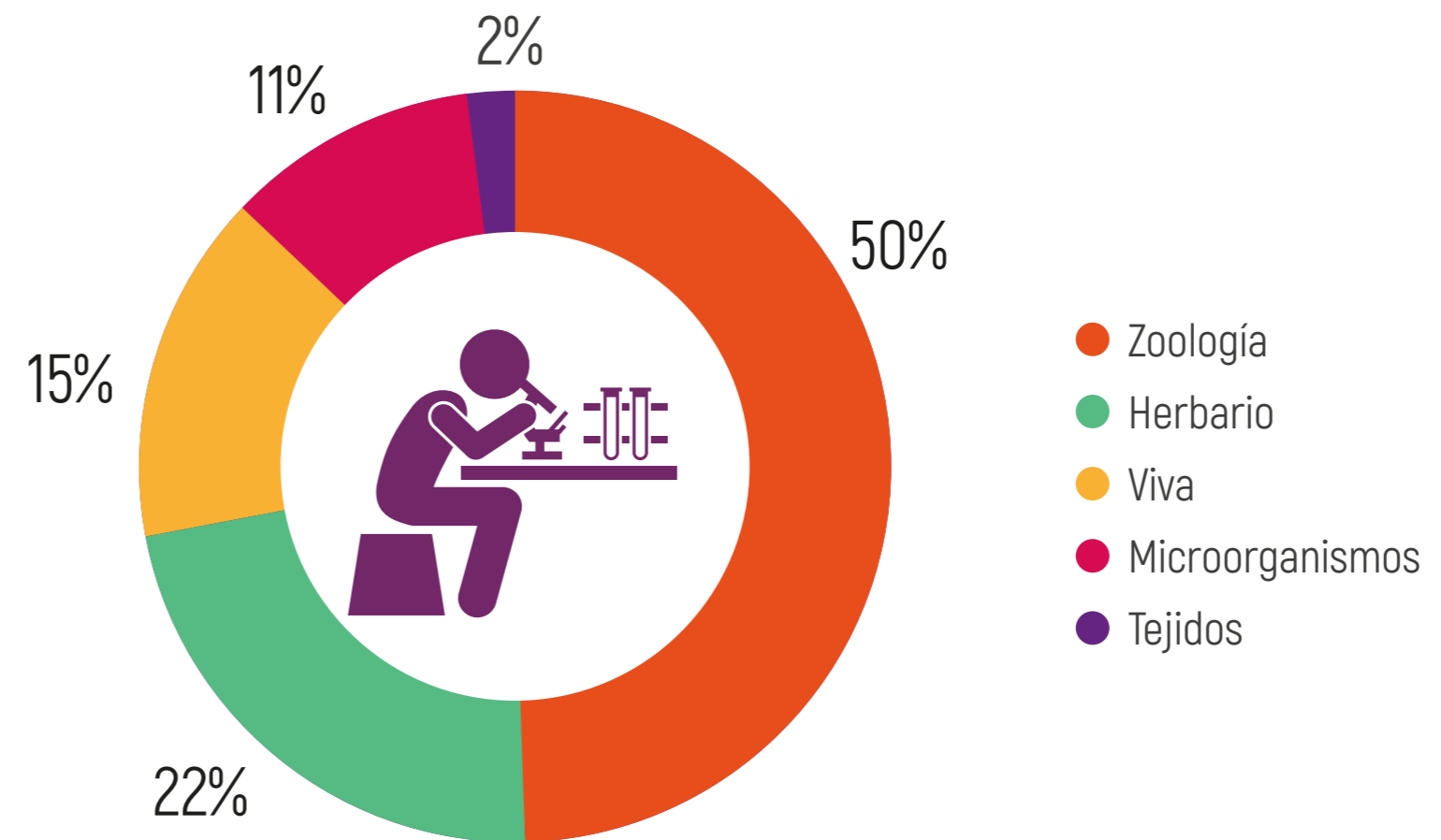


Para obtener mayores detalles de las colecciones biológicas en Colombia, se sugiere consultar en <http://rnc.humboldt.org.co/wp/colecciones/>


³ Suarez, A. V., & Tsutsui, N. D. (2004). The value of museum collections for research and society. *AIBS Bulletin*, 54 (1), 66-74.



Figura 3.2. Tipos de colecciones biológicas en Colombia, que se clasifican en colecciones de zoología, herbarios, microorganismos, tejidos y vivas



Fuente: Ideam.

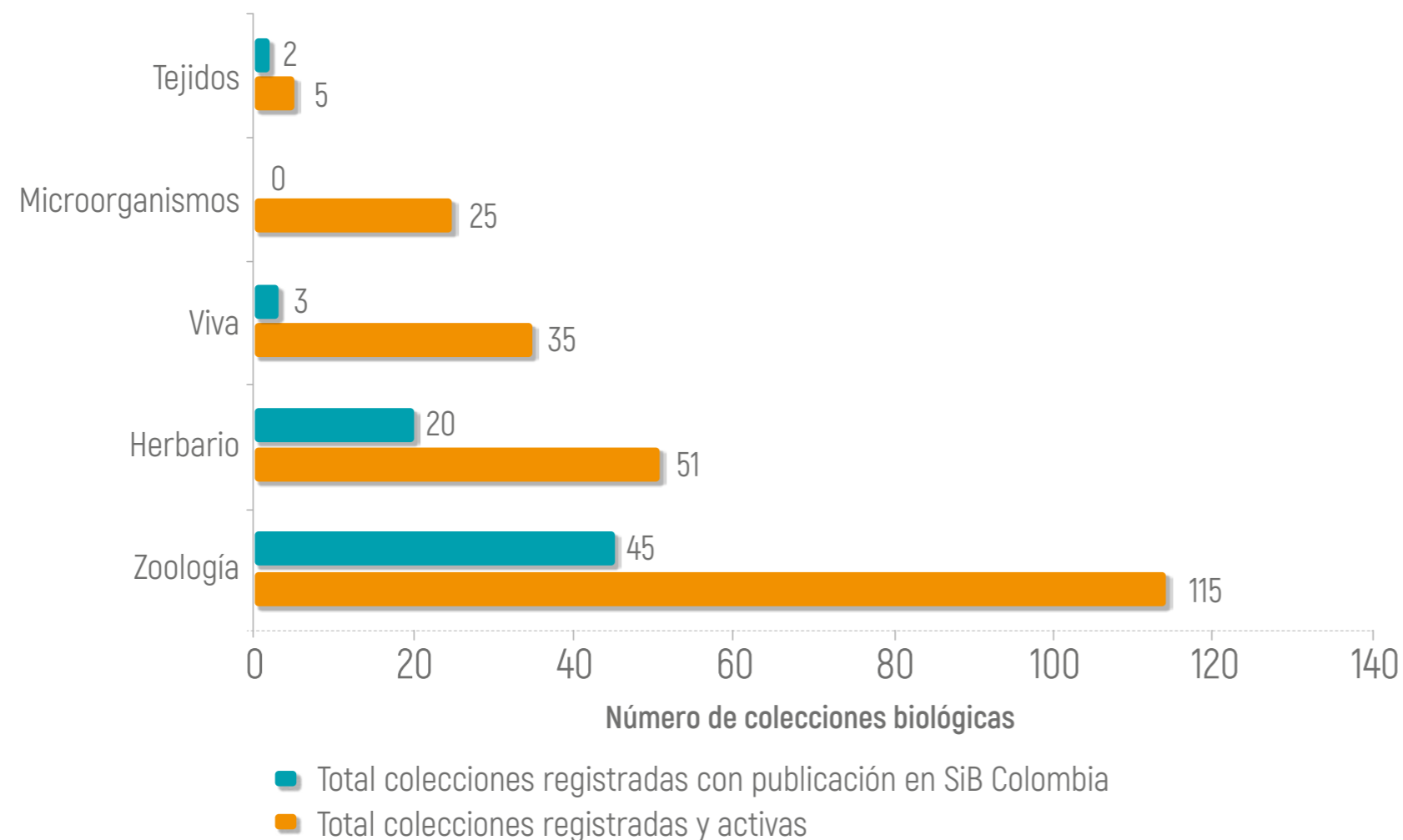
 foto(s) IAvH, 2019



Fuente: IAvH, 2019.



Figura 3.3. Cifras generales sobre colecciones biológicas registradas en el RNC y su publicación de datos a través del SiB Colombia.



Fuente: IAvH - SiB Colombia, 2019

El potencial de las colecciones biológicas puede ser aprovechado en la medida que la información asociada a los especímenes esté disponible y sea accesible para la ciudadanía, investigadores y tomadores de decisiones. Sin embargo, en términos de disponibilidad, del total de especímenes el 18 % se encuentra catalogado, el 12 % sistematizado en una base de datos y el 30 % tiene su información asociada pública a través del SiB Colombia (Figura 3.3). Visite <https://sibcolombia.net/>

La accesibilidad de las colecciones biológicas depende en gran medida del nivel de identificación taxonómica de los especímenes que custodian, siendo el ideal la categoría de especie. En Colombia, se conocen cerca de 51.330 especies⁴ representadas en 6.638.860 registros, pero solo el 11 % de los cerca de 27 millones de especímenes depositados en las colecciones biológicas están identificados a este nivel; los demás se encuentran identificados a nivel de género (15 %), familia (23 %) y orden (50 %; Figura 3.4).



Laury Gutiérrez y Juan Camilo Bonilla

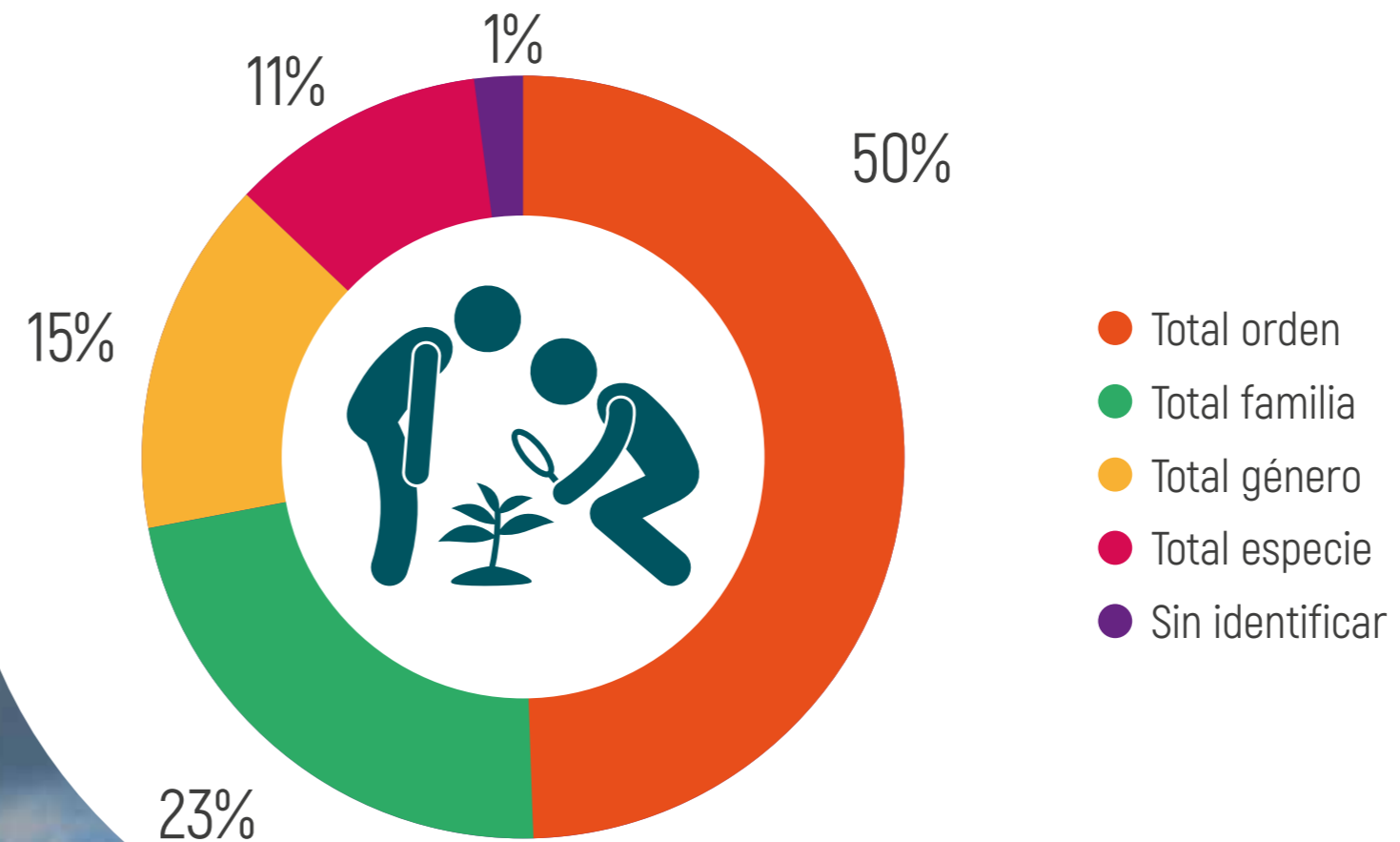
⁴ SiB Colombia (2019). Biodiversidad en cifras 2019. Disponible en: <https://cifras.biodiversidad.co/>. Consultado en agosto 2019.

Dada la gran información que almacenan, las colecciones biológicas en Colombia constituyen un inmenso potencial para el desarrollo económico y social del país. Por una parte, debido a que son necesarias en investigaciones en campos que garantizan el bienestar de las personas, como por ejemplo la agricultura, la medicina, la ingeniería y la ecología. Por otra, porque informan la toma de decisiones en ordenamiento territorial, estrategias nacionales de conservación y la prevención de amenazas a la salud pública⁴.

 Willinton López



Figura 3.4. Nivel de identificación taxonómica de los ejemplares en las colecciones biológicas.



Fuente: IAvH, 2019

Las colecciones biológicas en Colombia constituyen un inmenso potencial para el desarrollo económico y social del país

BIODIVERSIDAD Y AUTORIDADES AMBIENTALES: ¿QUE NOS DICEN LOS DATOS ABIERTOS?⁵

El Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia) es la infraestructura nacional que facilita la publicación en línea de datos e información sobre biodiversidad y su acceso a una amplia variedad de audiencias, apoyando de forma oportuna y eficiente la gestión integral de la biodiversidad. Esta iniciativa es posible gracias a la participación de cientos de organizaciones y personas que comparten datos e información bajo los principios de libre acceso, cooperación, transparencia, reconocimiento y responsabilidad compartida.

Los datos publicados a través del SiB Colombia describen cuándo y dónde se han observado o recolectado millones de organismos, facilitando el acceso al conocimiento sobre nuestra biodiversidad y consolidando la línea base nacional. De esta manera, el SiB Colombia es una herramienta estratégica para las autoridades ambientales, que tienen la enorme tarea de gestionar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Las autoridades ambientales requieren más y



 Paul Peña Sinchi.jpg

mejor información disponible, conectada y consolidada sobre las especies que habitan en sus territorios y el SiB Colombia es una respuesta a esa necesidad regional.

Aquí se presenta una radiografía, a partir de los datos abiertos, del estado del conocimiento de la diversidad biológica en las áreas de jurisdicción de las autorida-

Los datos publicados a través del SiB Colombia permiten a las autoridades ambientales contar con información robusta, actualizada y de fácil acceso para la gestión territorial de la biodiversidad.

⁵ Preparado por: Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia - Dairo Escobar, Ricardo Ortiz, Jeimmy Díaz, Camila Plata.

Registros biológicos publicados a través del SiB Colombia y su distribución en el territorio de las autoridades ambientales, datos a 2018

El mapa describe el número de registros biológicos publicados hasta 2018, en la jurisdicción de las autoridades ambientales regionales y urbanas; las regiones con más registros publicados se muestran en un color más intenso. El indicador también comprende el número de especies a 2018, y el porcentaje de crecimiento de especies y registros en los periodos 2016-2017 y 2017-2018, para cada jurisdicción.



No	AUTORIDADES AMBIENTALES	Registros biológicos 2017	Registros biológicos 2018	Porcentaje de crecimiento Registros biológicos 2017-2018	Especies 2017	Especies 2018	Porcentaje de crecimiento Especies 2017-2018
1	AMVA	52.043	54.836	5	3.374	3.467	3
2	CAM	17.917	28.163	57	1.984	3.418	72
3	CAR	93.403	119.754	28	6.037	6.849	13
4	CARDER	32.949	50.541	53	3.364	4.375	30
5	CARDIQUE	12.057	18.370	52	1.506	1.786	19
6	CARSUCRE	15.143	15.542	3	1.048	1.149	10
7	CAS	42.931	59.421	38	4.348	5.382	24
8	CDA	40.231	52.079	29	4.834	5.757	19
9	CDMB	26.760	28.190	5	3.381	3.559	5
10	CODECHOCÓ	48.344	64.226	33	5.512	6.664	21
11	CORALINA	11.257	14.161	26	838	1.093	30
12	CORANTIOQUIA	127.752	134.495	5	7.161	7.489	5
13	CORMACARENA	62.770	87.842	40	5.719	7.433	30
14	CORNARE	79.251	99.663	26	5.251	5.803	11
15	CORPAMAG	32.327	78.734	144	2.218	3.886	75
16	CORPOAMAZONIA	83.489	134.453	61	8.753	10.596	21
17	CORPOBOYACÁ	65.526	79.941	22	3.696	4.335	17
18	CORPOCALDAS	68.038	74.595	10	5.299	5.772	9
19	CORPOCESAR	13.127	17.071	30	1.616	1.929	19
20	CORPOCHIVOR	11.061	18.842	70	1.603	2.045	28
21	CORPOGUAJIRA	32.580	41.729	28	1.371	1.875	37
22	CORPOGUAVIO	16.323	37.678	131	1.898	3.016	59
23	CORPOMOJANA	595	10.777	1711	192	675	252
24	CORPONARIÑO	41.274	65.886	60	4.675	5.112	9
25	CORPONOR	10.715	21.640	102	2.252	2.840	26
26	CORPORINOQUIA	127.254	151.250	19	6.574	7.498	14
27	CORPOURABÁ	42.173	55.925	33	4.396	4.994	14
28	CORTOLIMA	71.059	181.947	156	3.774	4.721	25
29	CRA	3.812	4.222	11	565	684	21
30	CRC	26.128	34.926	34	3.381	4.133	22
31	CRQ	45.641	48.027	5	3.014	3.122	4
32	CSB	9.366	9.700	4	1.871	1.986	6
33	CVC	118.641	159.408	34	6.134	7.071	15
34	CVS	26.086	28.762	10	1.551	1.863	20
35	DADMA	238	311	31	111	165	49
36	DAGMA	2.322	2.360	2	374	395	6
37	DAMAB	229	477	108	104	219	111
38	EPA	309	389	26	65	146	125
39	SDA	6.165	24.335	295	1.291	1.491	15
	PNN	203.217	222.974	10	11.413	15.679	37

15 autoridades ambientales compartieron datos abiertos sobre biodiversidad a través del SiB Colombia.

Los **registros biológicos** son datos primarios sobre biodiversidad que corresponden a **especímenes preservados** en colecciones biológicas u **observaciones** en campo

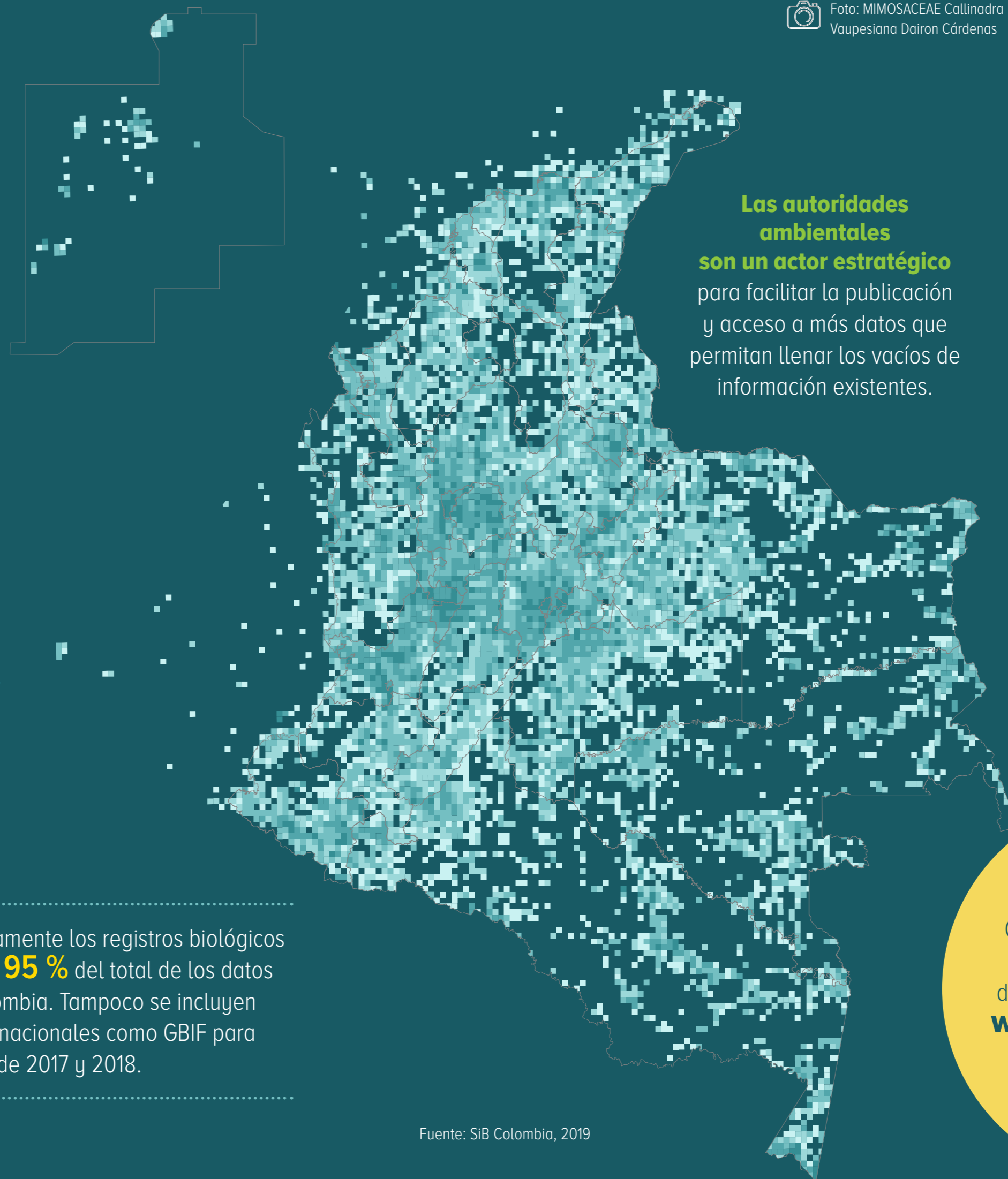
Foto: MIMOSACEAE Callinadra Vaupesiana Dairon Cárdenas



Las autoridades ambientales son un actor estratégico para facilitar la publicación y acceso a más datos que permitan llenar los vacíos de información existentes.



El **mapa de densidad** hace una aproximación a la **distribución de los registros biológicos** publicados mediante el SiB Colombia y permite apreciar los vacíos de información en el territorio.



Salvedades. Este análisis incluyó únicamente los registros biológicos georreferenciados, que representan un **95 %** del total de los datos publicados a 2018 a través del SiB Colombia. Tampoco se incluyen los datos integrados de instancias internacionales como GBIF para facilitar la comparación entre los años de 2017 y 2018.

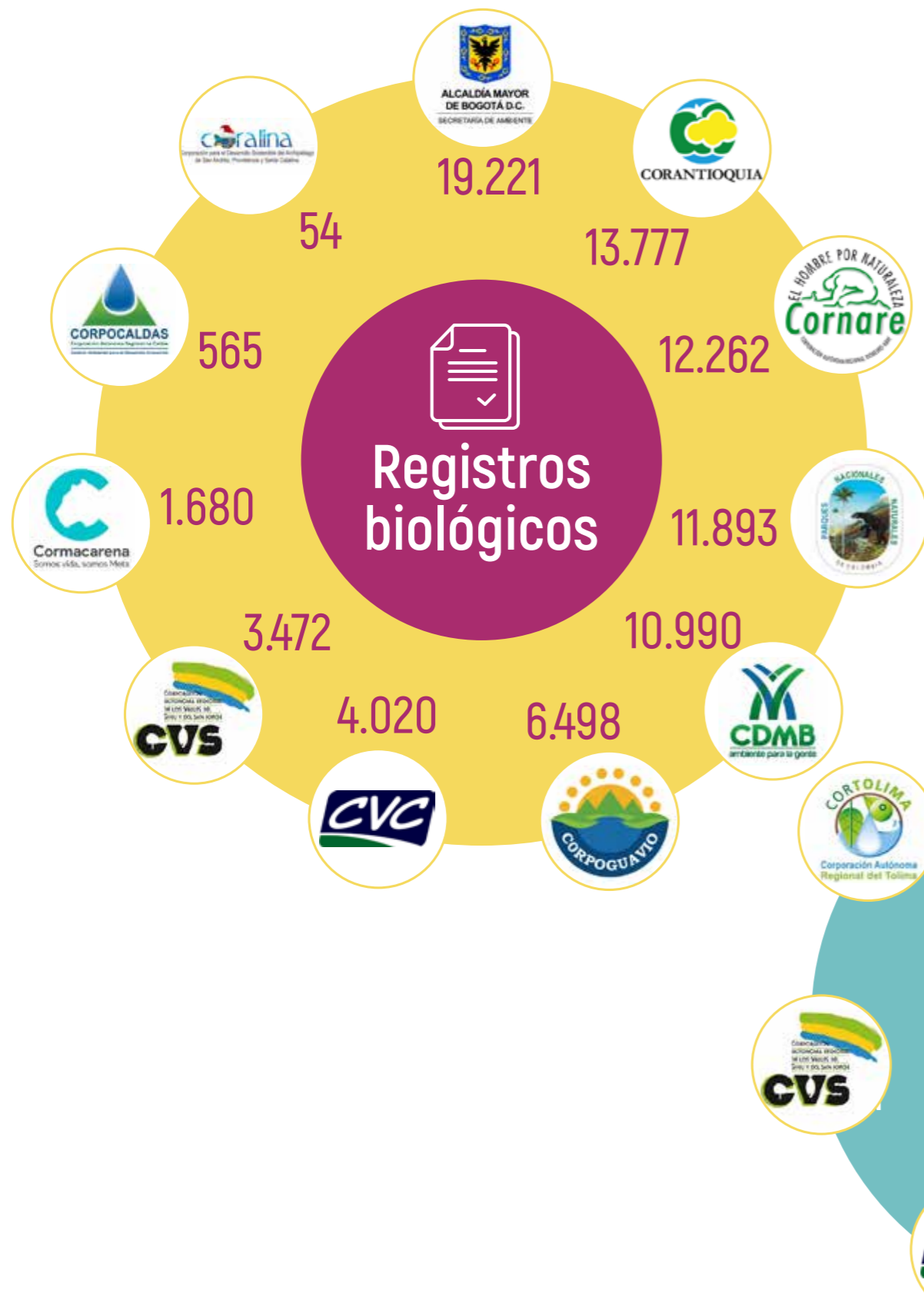
Los canales de participación del SiB Colombia son un instrumento estratégico para la toma de decisiones en el país. ¡Explora! www.biodiversidad.co



Fuente: SiB Colombia, 2019



Figura 3.5.
 Autoridades ambientales que publican datos mediante el SiB Colombia, 2018.



En 2018, 15 autoridades ambientales compartieron datos abiertos sobre biodiversidad a través del SiB Colombia: **Carder, CDMB, Coralina, Corantioquia, Cormacarena, Cornare, Corpoamazonia, Corpocaldas, Copoguvio, Cortolima, CVC, CVS, MADS, PNN y SDA.** Estos datos representan el 3,6% de todos los datos de Colombia publicados en el 2018.

El 2018, año de este reporte, el SiB Colombia consolidó una red de 113 entidades publicadoras, entre estas, 15 autoridades ambientales aportaron 89 recursos entre registros biológicos y listas de especies; aumentando así en un 60% el número de estas autoridades y en un 50% los recursos aportados por estas con respecto a 2017.

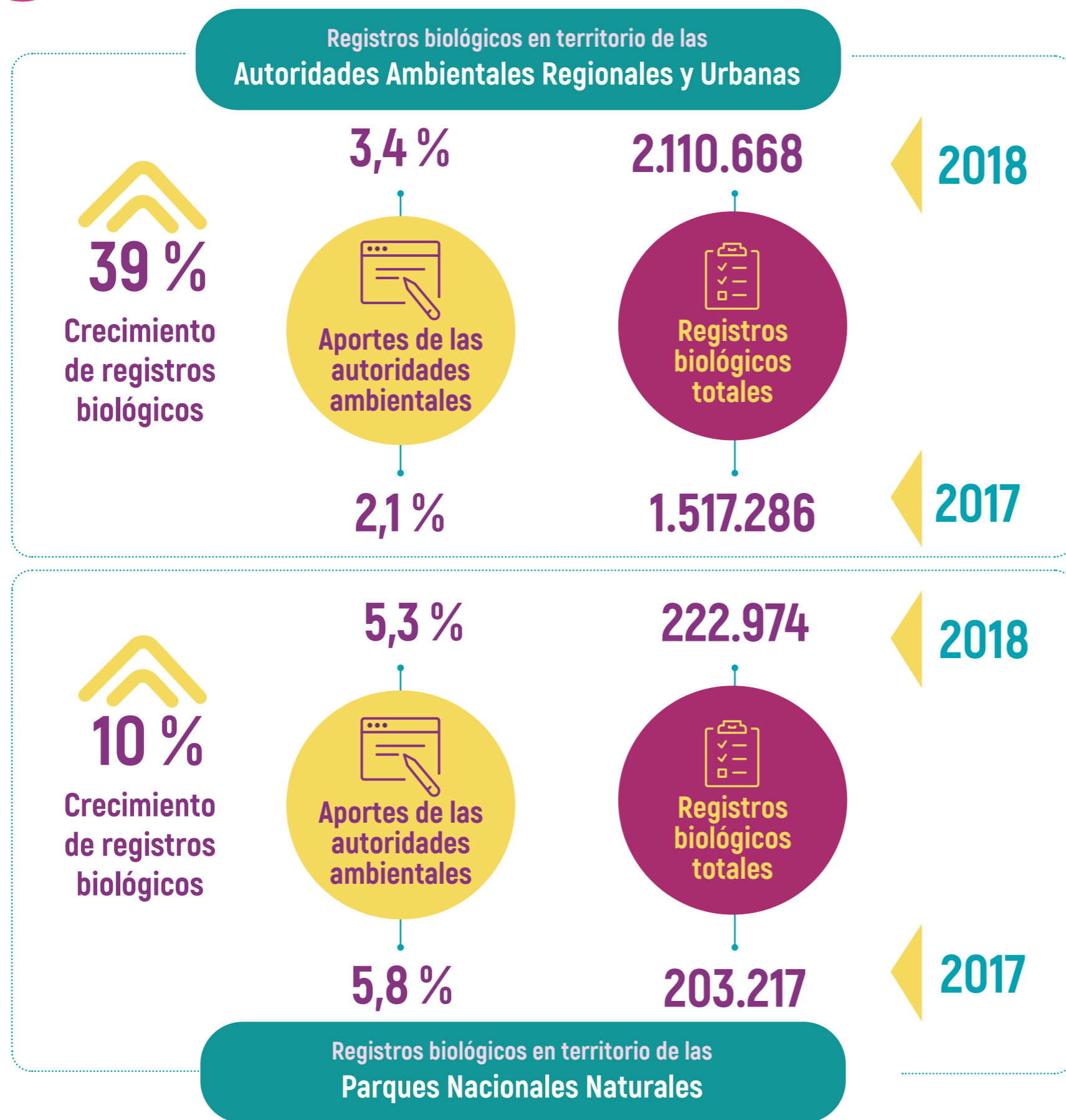
Las autoridades ambientales son reconocidas como un publicador de datos relevante para el SiB Colombia, a pesar de que sus esfuerzos en este sistema representan menos del 4% del total de los datos disponibles, una cifra que puede aumentar significativamente con un trabajo coordinado entre el SiB Colombia y las autoridades ambientales (Figura 3.6). La publicación activa de datos sobre biodiversidad es uno de los mecanismos más eficientes que tiene el país para apoyar de forma oportuna la gestión integral de la biodiversidad, aunque les implique grandes retos a las autoridades ambientales⁶.

Fuente: SiB Colombia, 2019

⁶ Fuentes: Registros biológicos publicados a través del SiB Colombia, a diciembre de 2018; Mapa de Corporaciones Autónomas Regionales, de Desarrollo Sostenibles y Autoridades Ambientales de Grandes Centros Urbanos, 2013, (Escala, 1:2.500.000) [1]; Límites de Parques Nacionales Naturales, 2018, (Multiescala 1:100.000 y 1:25.000) [2].



Figura 3.6.
 Crecimiento de registros biológicos en el territorio nacional 2018.



Este reporte hace un reconocimiento al esfuerzo de las autoridades ambientales de la red de socios del SiB Colombia, e invita a las demás autoridades a sumarse en esta construcción colaborativa del conocimiento. Nos encontramos en un momento único para incorporar nuestra biodiversidad en el desarrollo del país y es con la participación activa de todas las autoridades que lograremos consolidar un inventario nacional robusto, incidente y actualizado.

En el área de jurisdicción de Corpomojana, SDA, Cortolima, Corpamag, Corpoguavio, se reportó el mayor incremento en el número de datos con respecto a 2017.

El número de autoridades ambientales que publican datos través del SiB Colombia aumentó en un **60 %** respecto al año 2017

En el área de Parques Nacionales Naturales de Colombia, se registraron más de 220.000 datos, un **10 %** más en comparación con 2017. De estos datos Parques aportó el **5 %**.

En el área de jurisdicción de Corpomojana, EPA y Damab se reportó el mayor incremento en el número de especies con respecto al 2017, con un aumento de más del **100 %**.

TRANSFORMACIÓN EN ÁREA DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES EN COLOMBIA EN EL PERÍODO DE CAMBIO 2005-2009 VS. 2010-2012⁷

El Ideam en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los institutos de investigación vinculados y la Unidad Administrativa Especial denominada Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN) e IGAC, elaboraron el Mapa de Ecosistemas Continentales Costeros y Marinos de Colombia (MEC) a escala 1:100.000, mediante una metodología concertada; esta cuenta con los mapas de climatología, de geopedología, de coberturas de la tierra, de unidades bióticas y de biomas (regionalización biogeográfica).

Una descripción detallada de esta metodología y de los tipos de ecosistemas a nivel general se encuentra

en el documento técnico “Memoria Técnica del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC), escala 1:100.000”⁸.

Para iniciar el conocimiento en la transformación de los ecosistemas naturales del país, se diseñó un indicador ambiental que mide los cambios en área o extensión que pueden sufrir los ecosistemas naturales, con respecto a una línea base; el indicador denominado “Variación de la superficie de los ecosistemas naturales continentales (VSENC) y su metodología está descrita en el documento “Hoja metodológica del indicador Variación de la superficie de los ecosistemas naturales continentales (VSENC) (Versión 1,1)”⁹. La cartografía empleada para el cálculo de la línea base del indicador corresponde al MEC versión 1.1, escala 1:100.000 período de coberturas de la tierra 2005-2009 vs. MEC Versión 2.1, escala 1:100.000 del período de coberturas de la tierra 2010-2012 (Figura 3.7).

Específicamente, el indicador mide la diferencia entre la superficie de ecosistemas generales naturales continentales en un período (t) y la superficie de los ecosistemas naturales generales continentales de la línea base 2005-2009, expresado como porcentaje de cambio de área de estos ecosistemas con respecto a la línea base, de acuerdo con las clases definidas en el MEC¹⁰.

⁸ Ideam, et al. (2019). Memoria Técnica del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC), escala 1:100.000. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/publicaciones-ideam> [5]

⁹ Ramírez D. P., Mayorga N. C., Díaz L. J. (2018) Hoja metodológica del indicador Variación de la superficie de los ecosistemas naturales continentales (VSENC) (Versión 1,1). Sistema de Indicadores Ambientales. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). 10 p. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/ecosistemas1>. [6]

¹⁰ Ideam, et al. (2018). Op cit.

⁷ Preparado por: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Liz Johanna Díaz Cubillos, Nidia Cristina Mayorga Ulloa.



 Laguna Negra, Nevado del Ruiz - Liz J. Díaz

Para el periodo 2005-2009 vs. 2010-2012, se identificó la transformación de 1.467.954 ha de ecosistemas naturales, correspondientes al -1,87 % del área total de Colombia

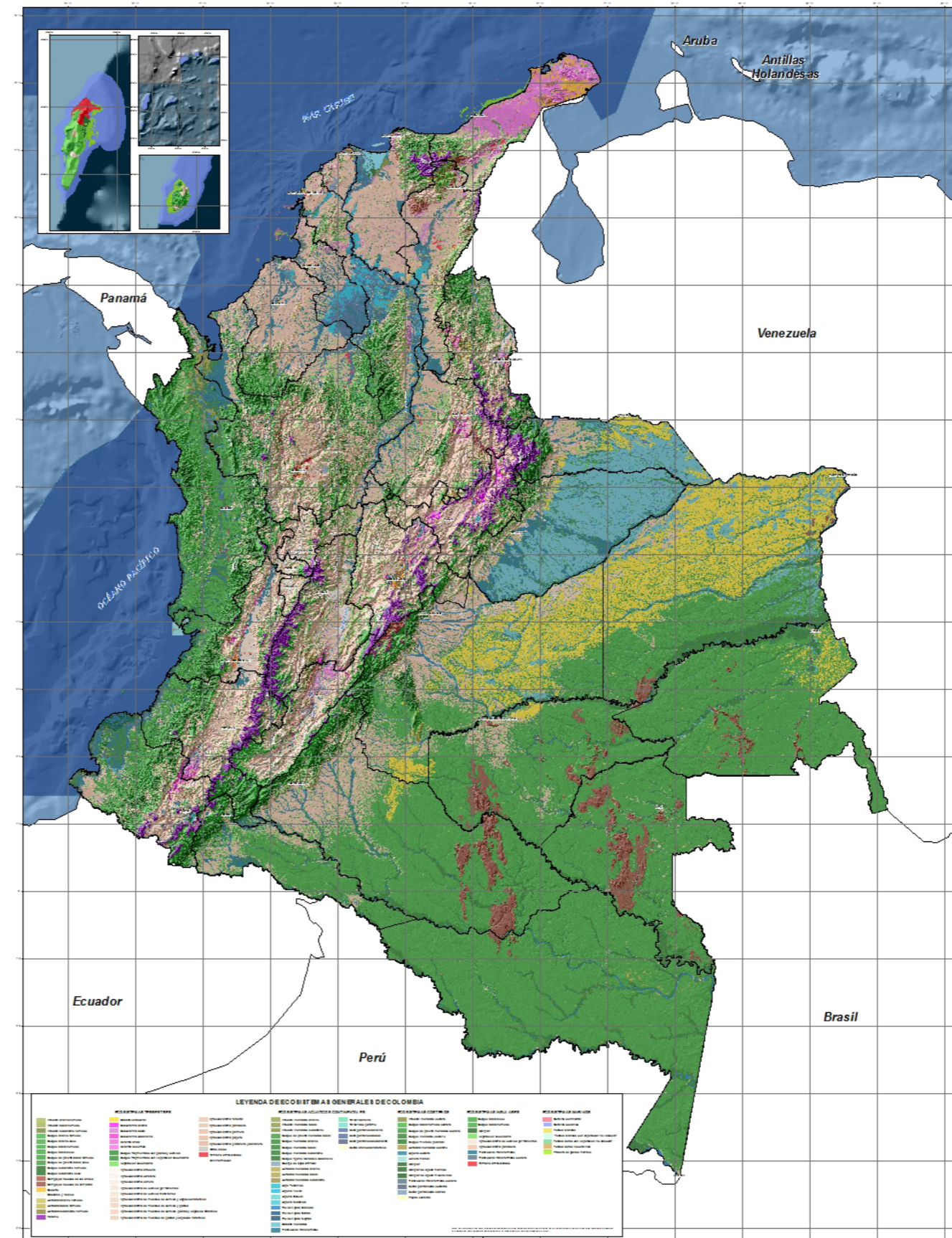
Entre los principales resultados se encuentra que el área total que cambió de los ecosistemas naturales continentales fue de 1.467.954 ha correspondientes a -1,87 % de cambio del área total continental de Colombia, lo que significa que esta área de ecosistemas naturales pasó a ser área de ecosistemas transformados, estos últimos, definidos como ecosistemas que tienen una mayor preponderancia de elementos de intervención antrópica; por ejemplo: infraestructura, cultivos, asentamientos, entre otros.

Por tipo de ecosistema natural, se presentó un mayor cambio de área en los ecosistemas costeros con una transformación de -4,08 %¹¹, seguido de los ecosistemas acuáticos con -3,02 % y la menor transformación corresponde a los ecosistemas naturales terrestres con -1,52 % (estos porcentajes se hallan con respecto al área inicial de cada tipo de ecosistema) (Figuras 3.8, 3.9 y 3.10).

11 El indicador genera valores porcentuales que pueden ser menores, iguales o mayores a cero. Cuando el valor es menor que cero (valor negativo) significa que la superficie del ecosistema en el periodo (t) disminuyó respecto a la superficie reportada en el periodo 2005-2009; cuando el valor del indicador es mayor que cero (valor positivo) significa que la superficie reportada para el ecosistema aumentó respecto a la superficie reportada en el período base; si el valor del indicador es cero, se entiende que no se presentó cambio. Por lo tanto, entre más alto sea el valor absoluto del indicador, mayor será el cambio en la superficie del ecosistema.



Figura 3.7. Mapa de Ecosistemas Continentales Costeros y Marinos de Colombia (MEC). Escala 1:100.000. Versión 2.1 Período de coberturas de la tierra 2010-2012.



Fuente: Ideam, 2017

A nivel de ecosistemas generales, los que presentaron mayor cambio en área absoluta, corresponden a:

- 1  **Bosque basal húmedo**
(418.423,48 ha)
- 2  **Sabanas estacionales**
(210.993,03 ha)
- 3  **Sabanas inundables**
(138.489,99 ha)
- 4  **Zonas pantanosas basales**
(198.373.69 ha)
- 5  **Bosque de galería inundable basal**
(136.514.37 ha)
- 6  **Bosque inundable basal**
(127.404,33 ha)
- 7  **Subxerofíticos basales**
(110.151.40 ha)

 Fotos: 1,2,3 tomadas de Internet, 4. Pantano Estero La Conquista, Arauca Néstor Martínez 5. tomada de internet, 6. bosque inundable río Putumayo, Puerto Leguizamo Néstor Martínez, 7. Valle del río Cauca ecosistema seco. Liz J. Díaz.

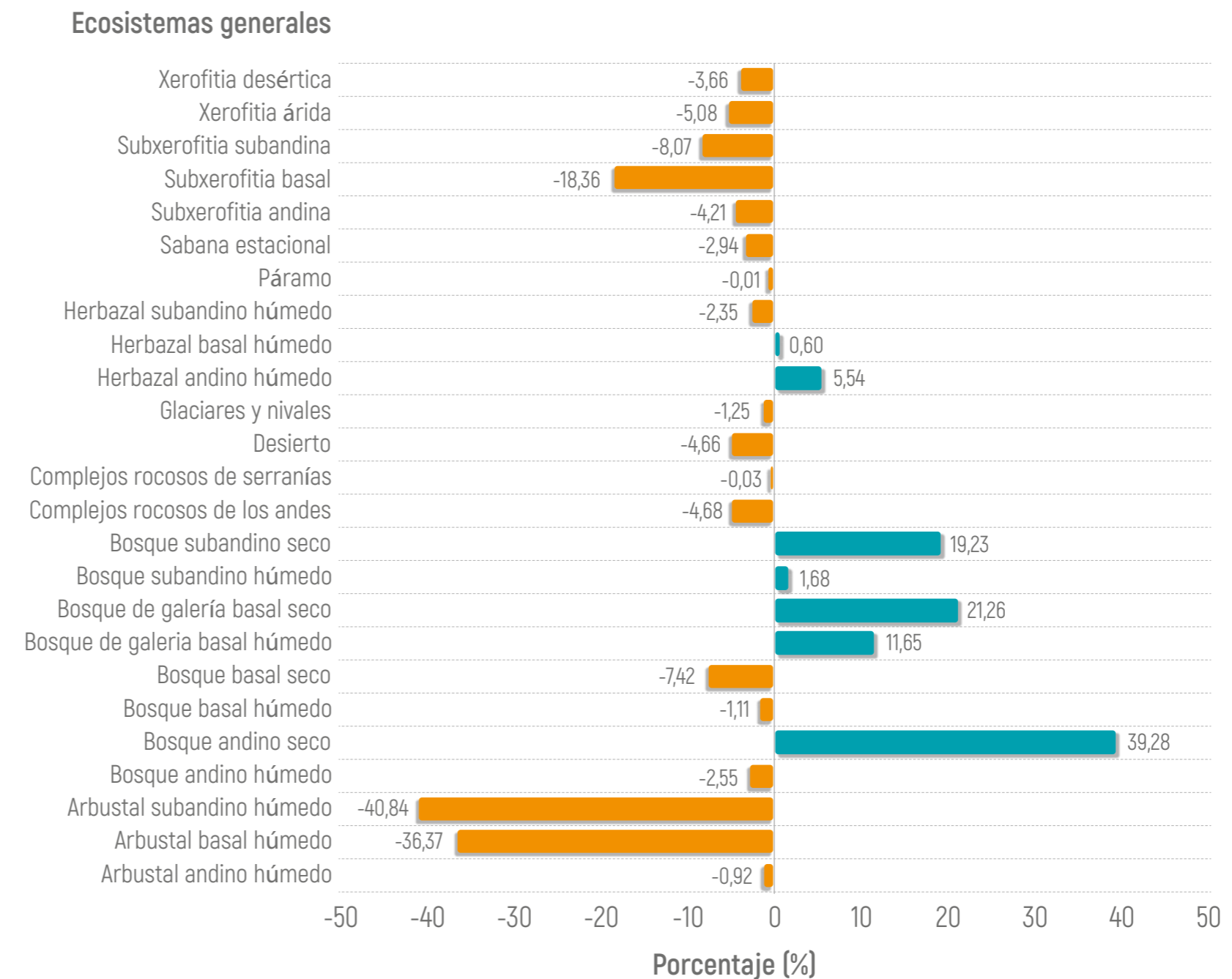
Adicionalmente, se resalta cómo algunos ecosistemas estratégicos como el bosque basal seco, la subxerofitia basal, los arbustales subandinos húmedos y basales húmedos, presentaron una disminución porcentual en área de, -7,42, -18,11, -40,84 y -36,37 res-

pectivamente, con respecto al área inicial que tenían durante el período 2005-2009. Lo que, en el caso de ecosistemas con una baja representatividad en área, evidencia un cambio importante en los ecosistemas transformados.



Figura 3.8

Variación en la superficie de los ecosistemas naturales continentales terrestres en el período 2010-2012 respecto a la línea base (2005-2009) (Ecosistemas de nivel general).



Fuente: Ideam, 2019.

Igualmente, durante el período de análisis, se encontraron cambios de área positivos en algunos ecosistemas terrestres como el bosque andino seco con 39,28 %, el bosque de galería basal seco con 21,26 % y el bosque subandino seco con 19,23 % y ecosistemas acuáticos como los arbustales inundables andinos con un 69,60 %, entre otros. Este aumento de área, debe ser interpretado tomando en cuenta el fenómeno de variabilidad climática de La Niña que conllevó un aumento importante de la precipitación durante el período 2010-2012.

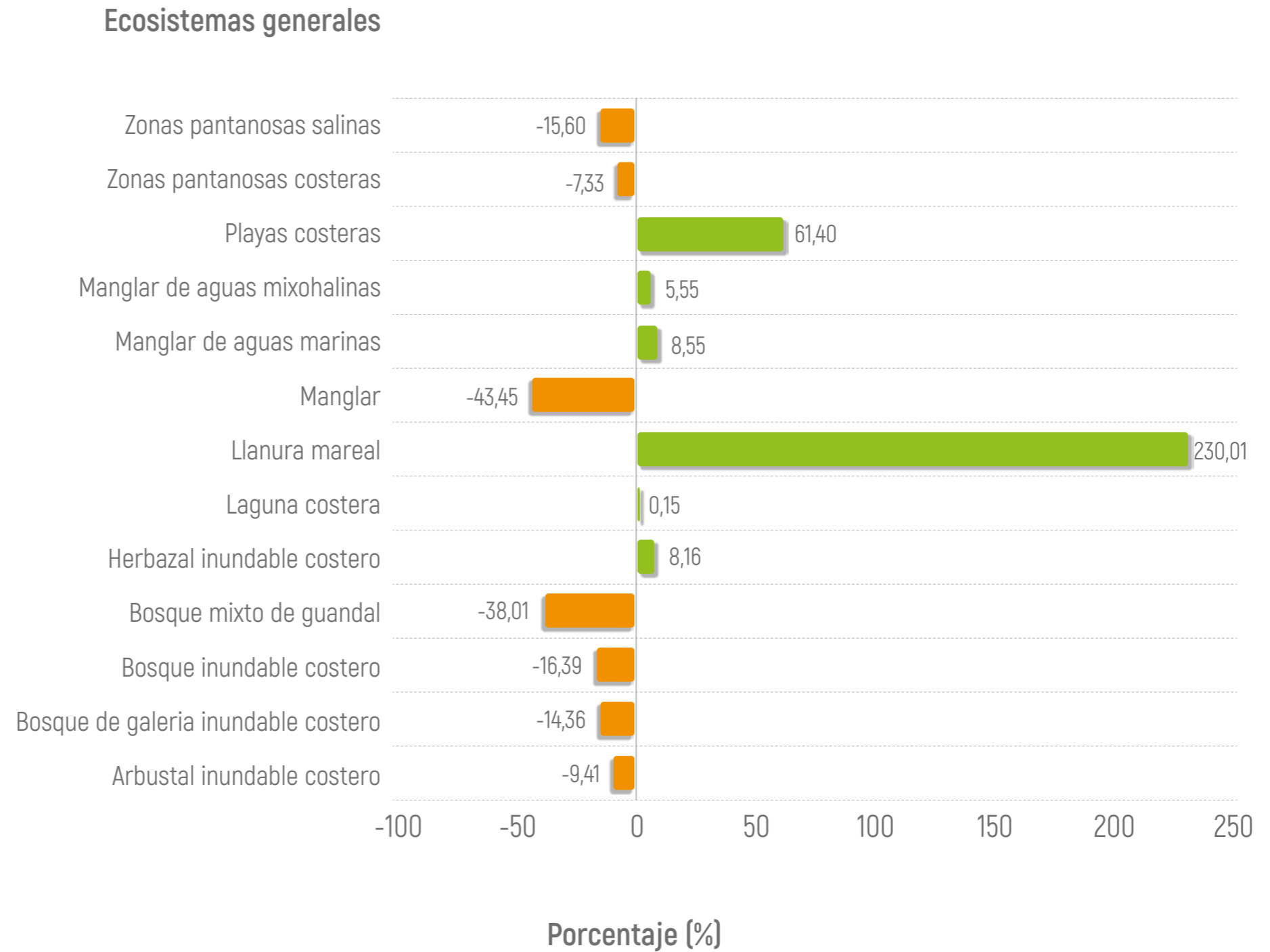
La identificación de las áreas de transformación de los ecosistemas naturales orienta y soporta procesos de gestión institucional para la toma de decisiones en la elaboración e implementación de políticas públicas, ordenamiento ambiental y territorial, así como la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

 Manglares_Guapi_Cauca - Karem Acero



Figura 3.9

Variación en la superficie de los ecosistemas naturales continentales costeros en el período 2010-2012 respecto a la línea base (2005-2009) (Ecosistemas de nivel general).

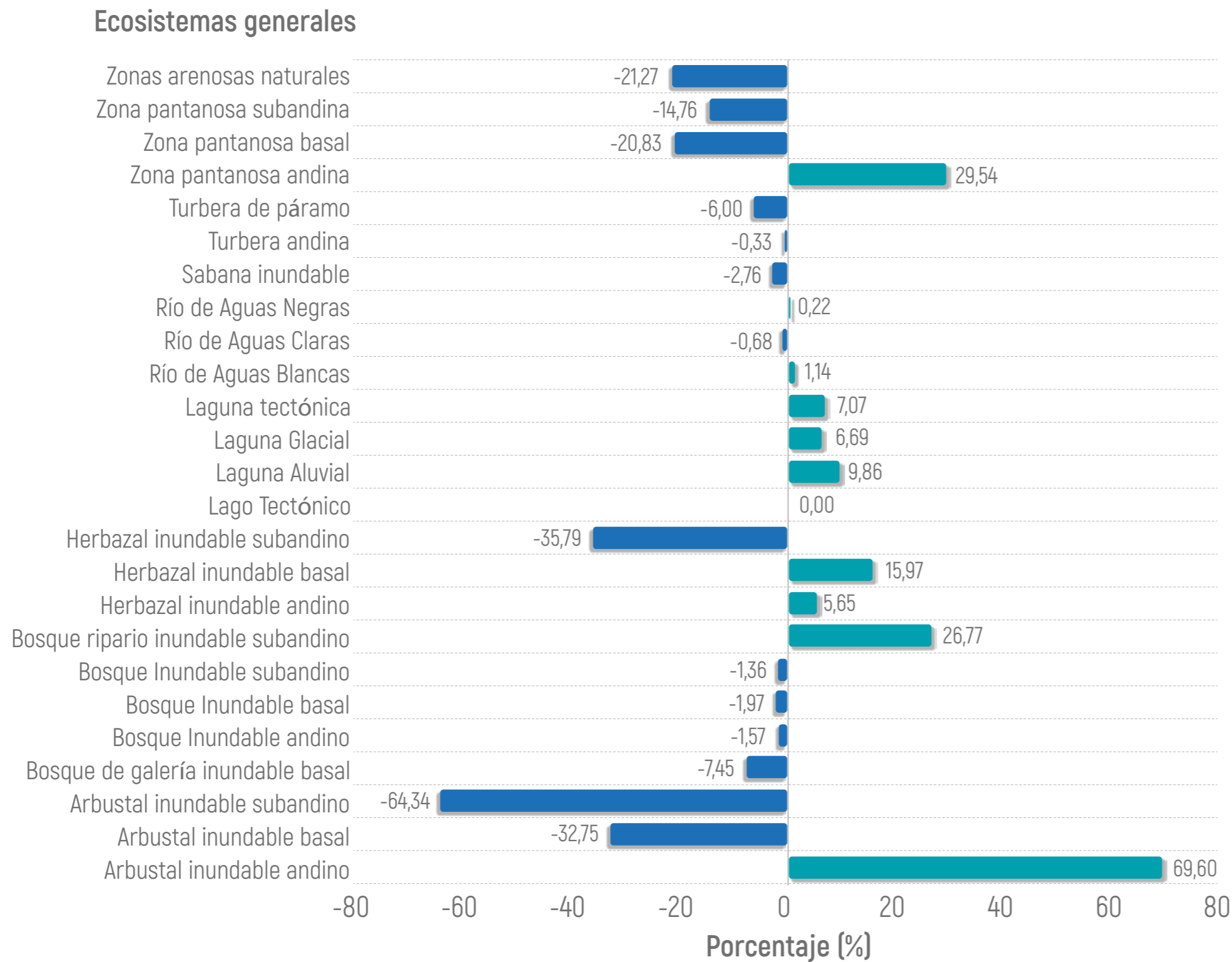


Fuente: Ideam, 2019.



Figura 3.10

Variación en la superficie de los ecosistemas naturales continentales acuáticos en el período 2010-2012 respecto a la línea base (2005-2009; Ecosistemas de nivel general).



Fuente: Ideam, 2019.



Laguna en Páramo de Sumapaz, Cundinamarca - Claudia Andramunio

BIODIVERSIDAD TERRESTRE Y ACUÁTICA DE LA AMAZONIA COLOMBIANA

Foto: Comunidad de Acaricuara - Vaupés Astrid Acosta S.

Flora de la Amazonia colombiana¹²

Durante el 2018 se caracterizaron varias áreas de la Amazonia colombiana, las cuales se seleccionaron a partir de un análisis de los vacíos de información en la región en cuanto a registros de flora o a procesos de monitoreo en los departamentos del Amazonas (Chorrera, Tarapacá y Amacayacu), Caquetá (Cuenca del río Hacha, San Vicente del Caguán-Guacamayas), Guaviare (Serranía de La Lindosa), Guainía (municipio de Inírida, Carrizal, Vitina), Vaupés (municipio de Mitú) y Putumayo (Orito) (figura 3.11).

¹² Preparado por: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), Dairon Cárdenas, Sonia Sua, Andrés Barona y Nicolás Castaño.

Flora de Cordillera en La Chorrera (Amazonas):

Se reconoce con el nombre de Cordillera a una serranía que emerge en la margen derecha del río Igará-Paraná aguas abajo del casco urbano de La Chorrera (Figura 3.12). Esta corresponde a un enclave del Escudo Guayanés en la selva amazónica con una altura de 200 a 300 metros sobre el nivel del río. Esta cordillera alberga sitios sagrados de las comunidades indígenas de las etnias Huitoto y Okaina y se mantuvo históricamente sin muestreos de la biodiversidad, hasta esta fecha en la que se ha permitido el acceso a investigadores del Sinchi.

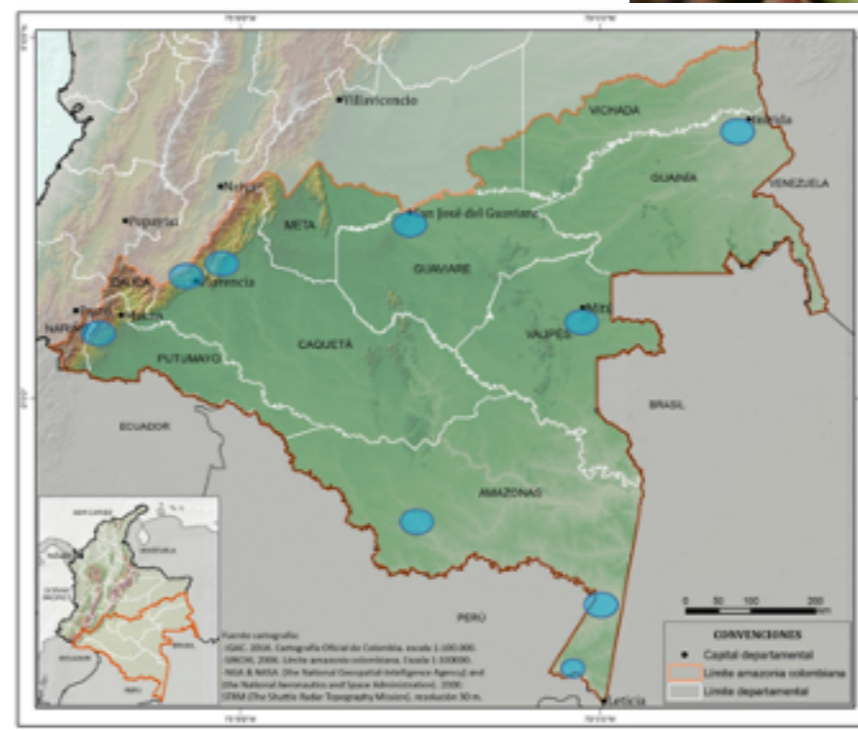
Para el estudio de la composición florística de los diferentes ecosistemas se establecieron transectos lineales de área variable, en los que se registraron todas las especies encontradas de diferentes estratos de vegetación (arbóreo, arbustivo, herbáceo y lianas), adicionalmente se adelantó un inventario libre de las especies en estado reproductivo a orilla de los caminos.

Finalmente, se compiló un listado de las especies registradas. Los nombres científicos se verificaron por medio de bases de datos especializadas como The Plant List [7] y Trópicos [8].

En 2018 en esta localidad, se documentaron 993 registros de plantas que corresponden a 116 familias, distribuidas en 275 géneros y 424 especies. Las familias con más diversidad de especies fueron Melastomataceae (32), Solanaceae (23), Araceae (16), Clusiaceae (12) y Gesneriaceae, con 11 especies.



Figura 3.11
 Mapa de localidades de trabajo de flora en 2018.



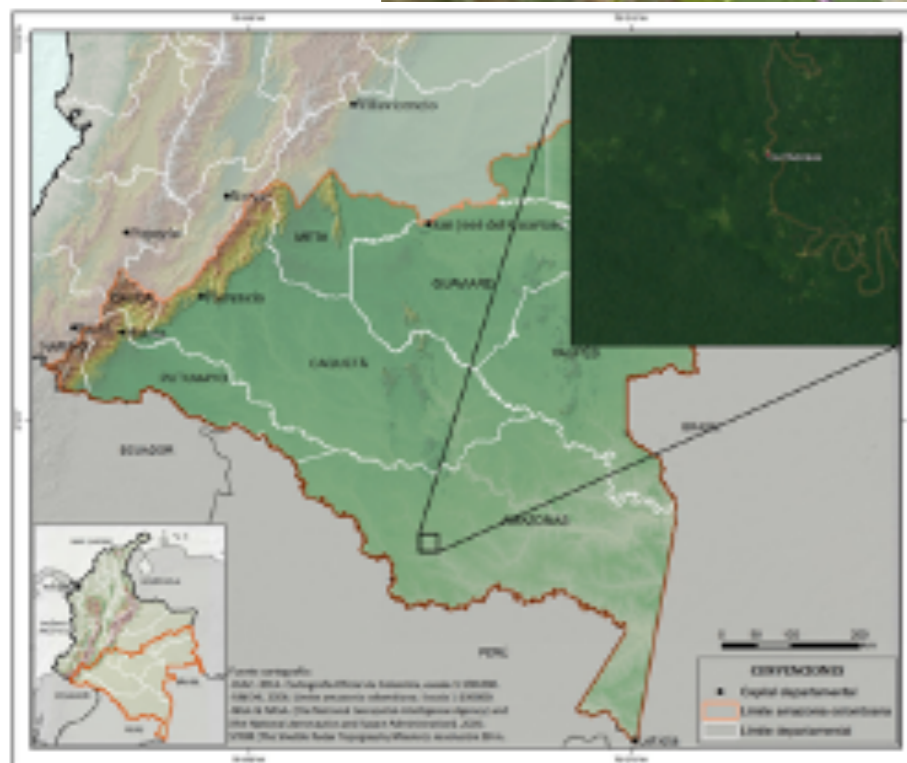
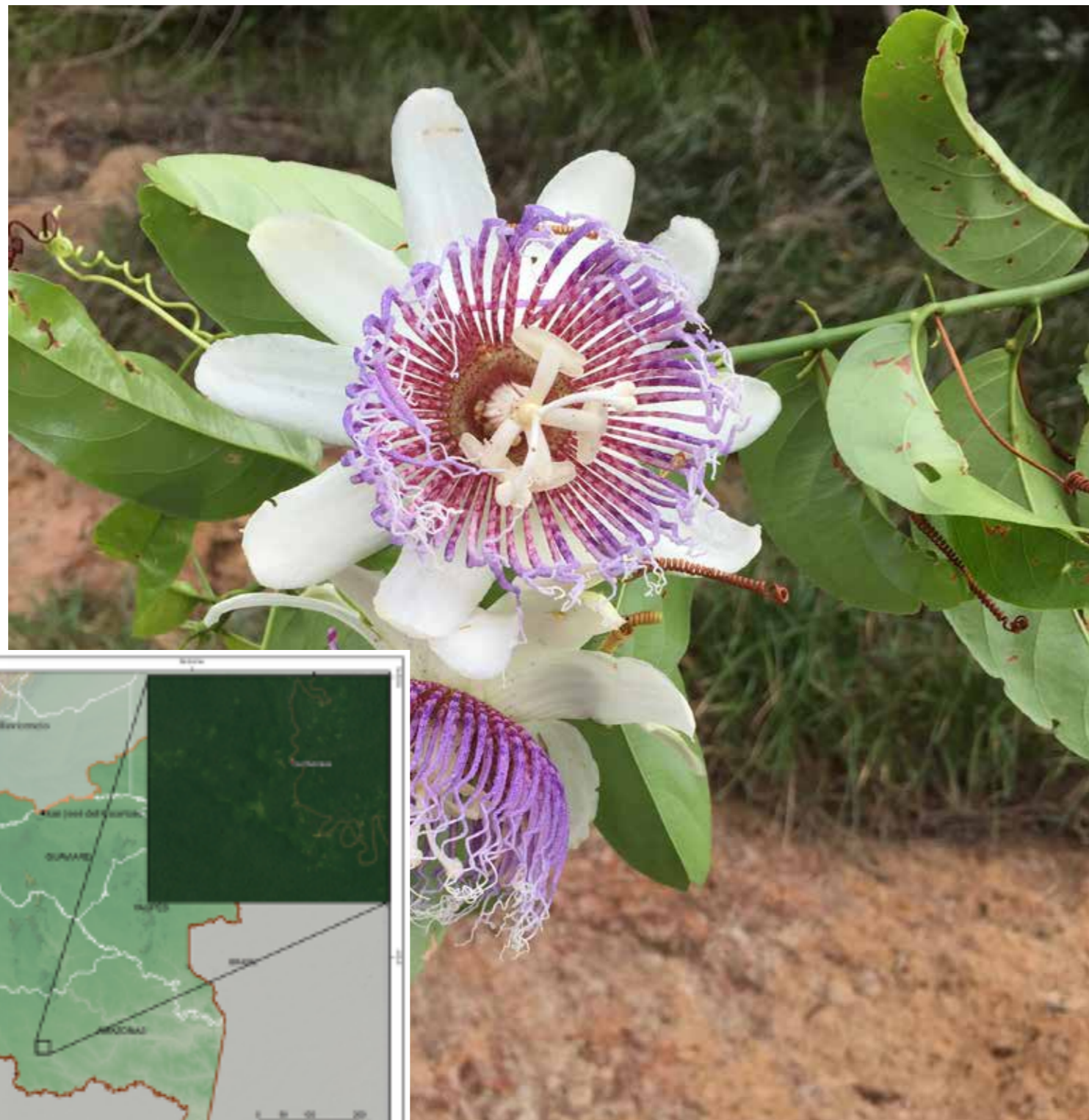
Fuente: Sinchi, 2019



Navia fontoides, Dairon Cárdenas, Sinchi.

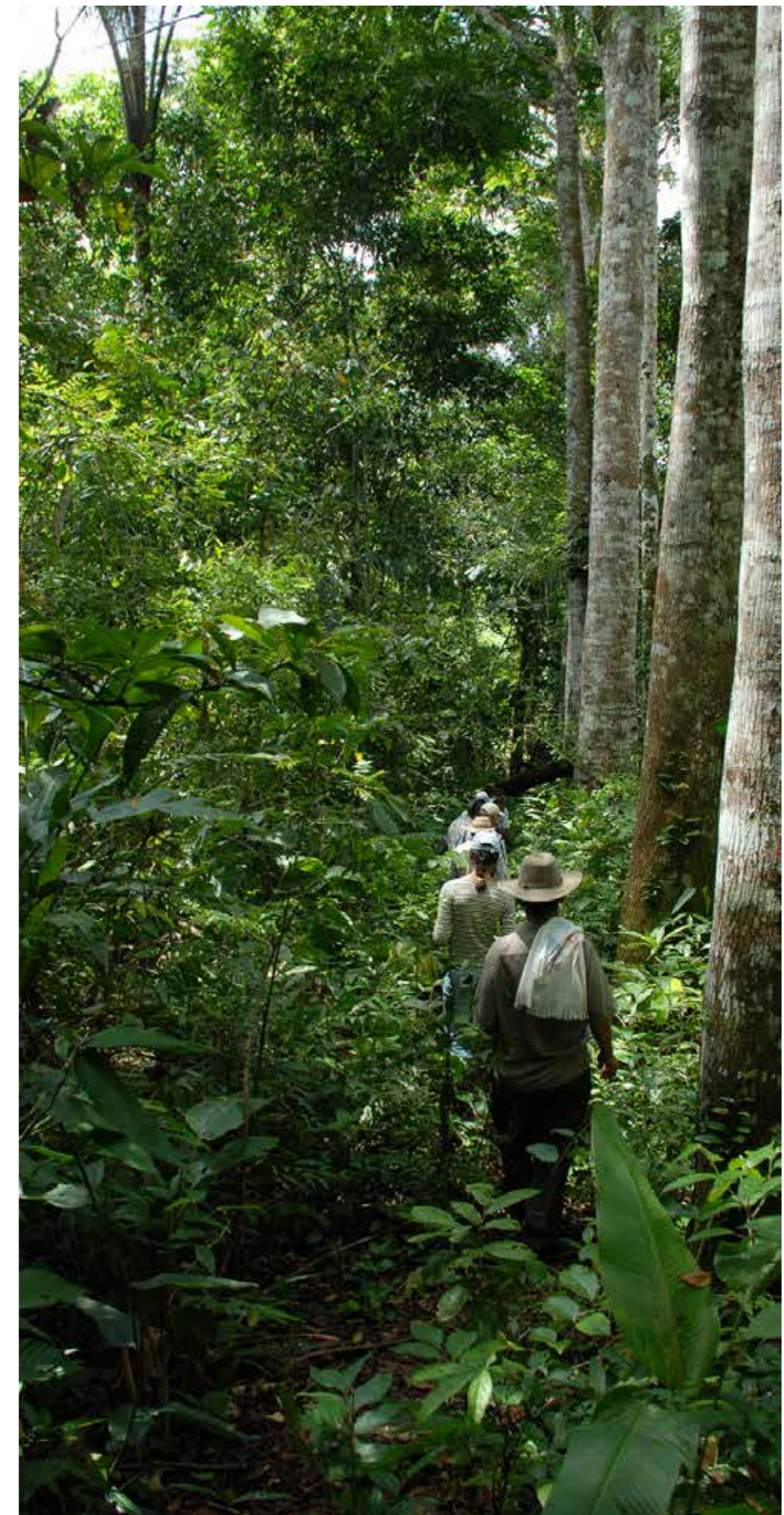


Figura 3.12
Ubicación de “Cordillera”, departamento de Amazonas, corregimiento de La Chorrera, detalle del enclave Escudo Guayanés.



Passiflora nitida.jpeg

Iván Montero



Fuente: Sinchi, 2019

Novedades corológicas:

A la colección del Herbario Amazónico Colombiano (COAH) ingresaron 6.664 registros en 2018 manteniendo la tasa de crecimiento del herbario (Figura 3.13).

De los ingresos, 125 fueron nuevos registros para la región amazónica, que corresponden a especies identificadas en el territorio colombiano, pero que no se encontraban en la colección del Herbario Amazónico Colombiano y en la Amazonia colombiana. Los departamentos en donde se presentaron mayores registros fueron Caquetá (21 % del total de nuevos registros) y Guaviare (18 %) (Figura 3.14).




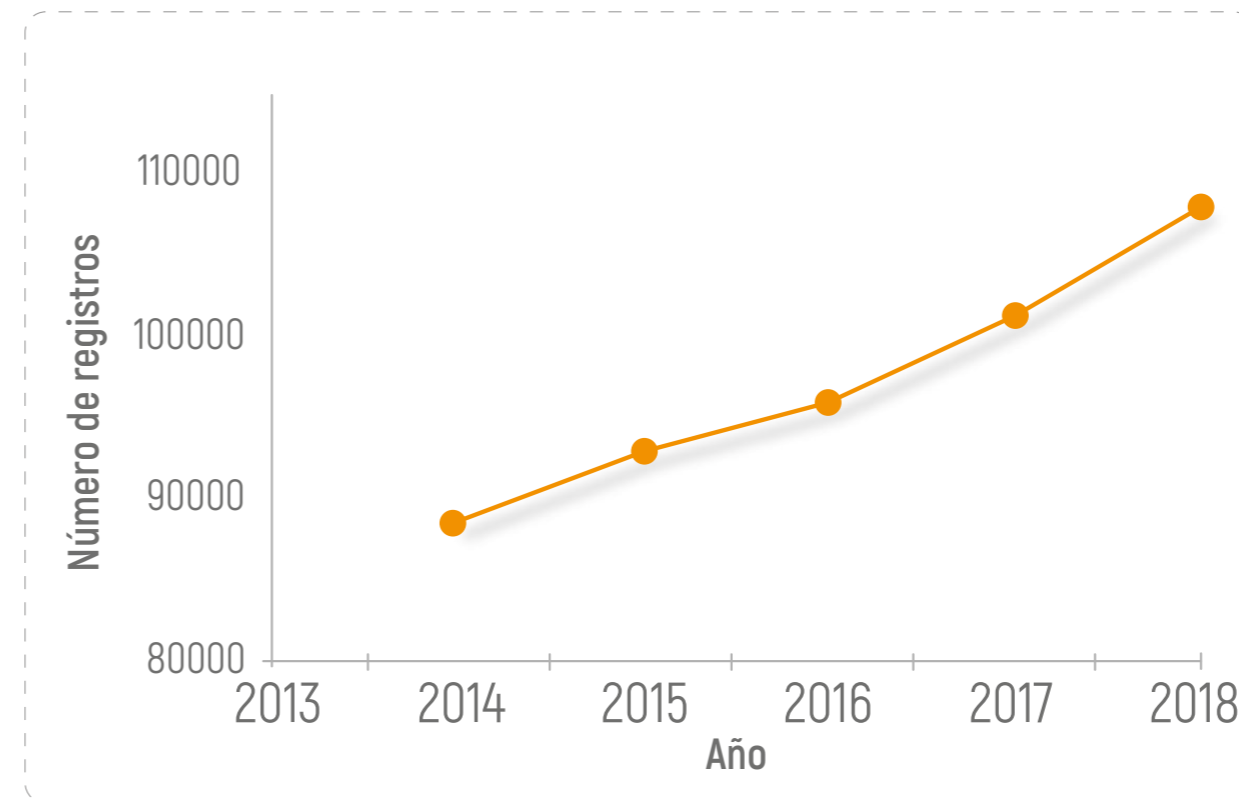
 Passiflora, Dairon Cárdenas

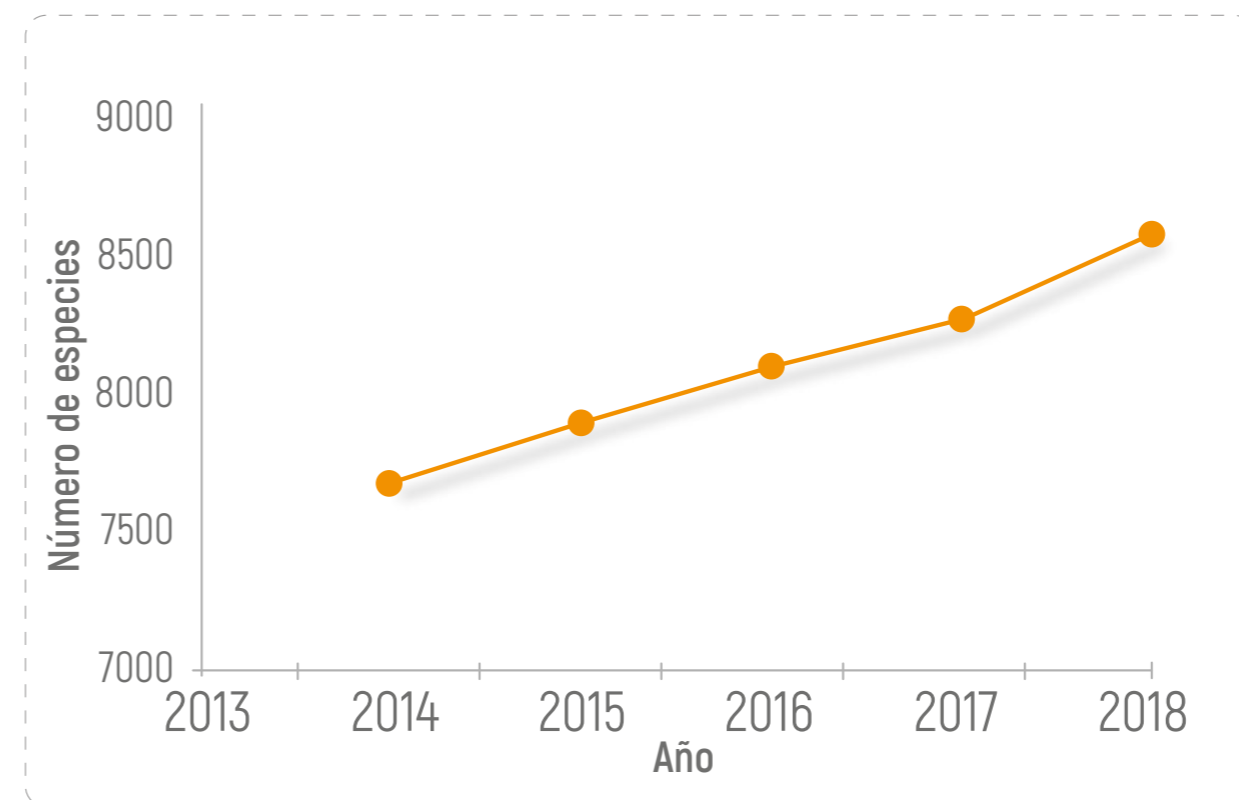


Figura 3.13

Ingresos a la colección del Herbario Amazónico Colombiano (CAOH). a) ingresos de registros; b) ingreso de especies.



◀ Número de registros en COAH por año 

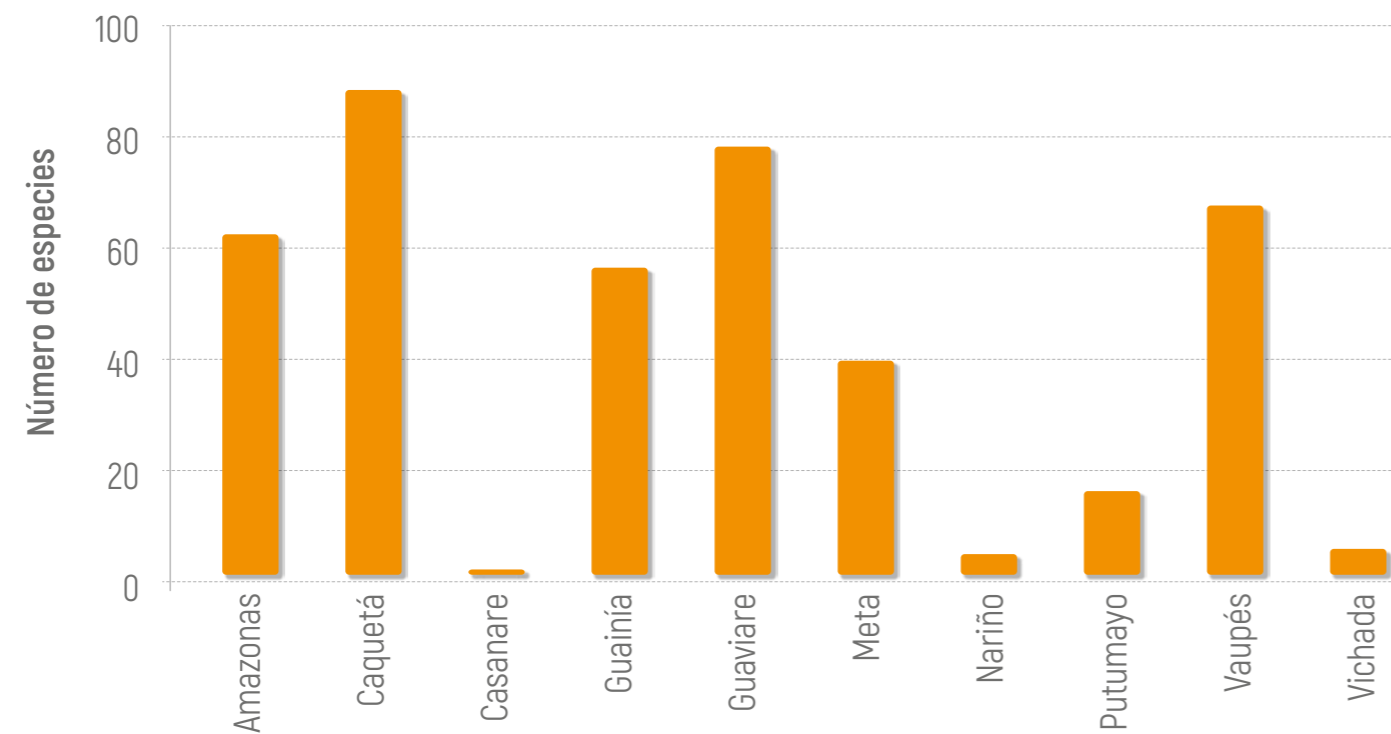


◀ Número de especies en COAH por año 

Fuente: Sinchi, 2019



Figura 3.14
 Nuevos ingresos (especies) a la colección del Herbario Amazónico Colombiano.



Fuente: Sinchi, 2019.

Entre las especies registradas se encontraron 43 nuevos registros para la Flora de Colombia, los cuales no se documentan en el Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia [9]. Entre los nuevos registros se encuentran, entre otras: *Biophytum juninense* (Oxalidaceae), *Elaphoglossum auricomum* (Dryopteridaceae), *Guarea fistulosa* (Meliaceae), *Cleistes abdita*, *Vanilla bicolor* y *Vanilla guianensis* (Orchidaceae).

Especies endémicas: Las especies endémicas son registros muy importantes en el sentido de que es responsabilidad exclusiva de Colombia protegerlas, dado que no se encuentran en ningún otro lugar del mundo, por tanto, deben ser incluidas en un área con alguna figura de protección que garantice la conservación de las especies. En 2018 se registraron algunas de estas especies *Clusia araracuarae* (Clusiaceae), *Matisia cornucopiae* (Bombacaceae), *Memora sastrei* (Bignoniaceae), *Miconia daironii* (Melastomataceae) y *Styrax rigidifolius* (Styracaceae), principalmente en el Piedemonte Amazónico.



Sinchi 2019 *Vriesea schultesiana* (endémica de Colombia).




Sinchi 2019 *Stenopadus colombianus* (endémica de Colombia).

Especies amenazadas: Según la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en Colombia se registran 791 especies amenazadas. Durante el 2018 se registraron las siguientes tres especies amenazadas: *Zamia amazonum* (VU), *Zamia hymenophyllidia* (EN) y *Zamia ulei* (VU); todas ellas son sometidas a presión por extracción de sus poblaciones naturales para el mercado exterior de coleccionistas de plantas ornamentales.

Las especies endémicas son registros muy importantes por la responsabilidad exclusiva de Colombia en protegerlas.



 *Zamia amazonum* (Zamiaceae). Sinchi, 2019

Monitoreo de la Red de Parcelas Permanentes del Sinchi

Durante 2018 se realizó el monitoreo anual del crecimiento diamétrico de siete especies maderables en la parcela permanente de Amacayacu, incluyen maderables de gran importancia comercial en la región Amazónica, así: abarco amazónico (*Cariniana domestica*), cedro (*Cedrela odorata*), achapo (*Cedrelinga cateniformis*), palo de arco (*Handroanthus serratifolius*), quinilla (*Manilkara bidentata*), acapú (*Minquartia guianensis*) y macacauba o granadillo (*Platymiscium stipulare*). El crecimiento diamétrico promedio para las siete especies fue de 1,07 cm por año. Los resultados generales se presentan en la Tabla 1. De estos cabe resaltar que el Cedro presenta el mayor valor promedio de crecimiento diamétrico (7,2 cm por año), al igual que el mayor crecimiento diamétrico por individuo (28,2 cm por año). Los mayores valores de crecimiento se presentaron en individuos grandes (DAP>40 cm), excepto en *Handroanthus serratifolius* y *Platymiscium stipulare* en los que el mayor crecimiento se presentó en individuos entre los 10 y 20 cm de DAP. Por último, llama la atención que en cuatro de las siete especies se evidencia un porcentaje de individuos sin crecimiento diamétrico, especialmente en los individuos pequeños (1 cm<DAP<10 cm) (Tabla 3.1).



Tabla 3.1

Crecimiento anual de siete especies maderables de la parcela permanente de 25 hectáreas de Amacayacu en 2018.

Crecimiento anual (cm)	Δ DAP promedio	Δ DAP máximo	DAP (Δ máximo)	Δ DAP mínimo	DAP (Δ mínimo)	% IND. Δ DAP=0
<i>Cariniana domestica</i>	3,8	3,8	129,4	3,8	129,4	0
<i>Cedrela odorata</i>	7,2	28,2	57,3	0,1	1,9	0
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	3,9	9,8	42,0	1,1	11,9	0
<i>Handroanthus serratifolius</i>	0,3	1,7	11,9	0		17,3
<i>Manilkara bidentata</i>	1,3	5,1	58,9	0		3,8
<i>Minquartia guianensis</i>	0,8	18,4	50,3	0		7,9
<i>Platymiscium stipulare</i>	1,1	4,8	20,1	0		3,0

Fuente: Sinchi, 2019.

Por medio del monitoreo del crecimiento diamétrico se obtuvo una línea base de datos de la mortalidad de las siete especies maderables evaluadas en 2018. Se encontró, el DAP promedio de los individuos muertos fue de 7,1 cm, lo que sugiere, la mayor mortalidad se presenta en los individuos pequeños (1 cm<DAP<10 cm). Los resultados generales se presentan en la Tabla 3.2.

El acapú (*Minquartia guianensis*) es la especie con individuos muertos entre el mayor y el menor DAP (34,5

cm y 1,1 cm respectivamente). De igual manera, esta especie es la que presenta el mayor número de individuos (240 árboles) y presenta un 14 % de mortalidad. Por otro lado, la especie con el mayor porcentaje de mortalidad es el abarco amazónico (*Cariniana domestica*), ya que uno de los dos individuos de esta especie en la parcela murió presentando un DAP de 3,8 cm. El otro individuo es un árbol adulto con DAP cercano a 130 cm.



Tabla 3.2
 Mortalidad anual presente en siete especies maderables de la parcela permanente de 25 hectáreas de Amacayacu.

Individuos muertos	DAP máximo (cm)	DAP mínimo (cm)	DAP promedio (cm)	% individuos muertos	# total individuos existentes en la Parcela
<i>Cariniana domestica</i>	4,0	4,0	4,0	50	2
<i>Cedrela odorata</i>	6,4	6,4	6,4	9	11
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2,1	2,1	2,1	16	6
<i>Handroanthus serratifolius</i>	25,5	1,1	13,3	4	52
<i>Manilkara bidentata</i>	9,3	2,5	5,9	8	26
<i>Minquartia guianensis</i>	34,5	1,1	6,7	14	240
<i>Platymiscium stipulare</i>	16,6	16,6	16,6	3	33

Fuente: Sinchi, 2019.



Fotos Sinchi 2019 Flora de las formaciones rocosas de la serranía de La Lindosa.

Restauración ecológica en la Serranía de La Lindosa

Durante el 2018, se continuó el trabajo de restauración ecológica en la serranía de La Lindosa; está ubicada en cercanías a San José del Guaviare. Esta serranía al igual que la de la Macarena y Chibiriquete hace parte de la expresión más occidental del núcleo precámbrico conocido también como el Escudo Guayanés. Allí confluyen linajes de biomas como Andes, Orinoquia, Amazonia y Guayana.

La Serranía de La Lindosa ha tenido históricamente intervención antrópica por pastoreo, especies foráneas, minería a cielo abierto y quemas, generando la transformación de sus coberturas naturales. Por lo tanto, surge la necesidad de establecer estrategias de restauración ecológica; y en consecuencia, se adelantó la caracterización de ecosistemas, esta fue publicada en el documento la “Flora de las formaciones rocosas de la Serranía de La Lindosa¹³”.

¹³ https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Flora_lindosa%20para%20web.pdf

Desde 2014 el Sinchi comienza acciones para restauración ecológica con 3 beneficiarios (5 hectáreas); en 2018 ya se cuenta con 16 beneficiarios y 50 hectáreas en proceso de restauración ecológica activa y 81.9 hectáreas de restauración ecológica pasiva (para un total de 131.9 ha); cada propietario aporta un área libremente; el Sinchi provee insumos y asistencia para obtener germoplasma desde los ecosistemas de referencia; en cada predio se construye un vivero donde se propagan las especies y luego se asiste la restauración ecológica incorporando individuos a las áreas en proceso de restauración.

Las especies propagadas e incorporadas a las áreas en restauración en potreros abandonados son las siguientes: *Simarouba amara*, *Calophyllum brasiliense*, *Clathrotropis macrocarpa*, *Mauritia flexuosa*, *Ocotea longifolia*, *Couma macrocarpa*, *Socratea exorrhiza*, *Senna reticulata* y *Chamaecrista viscosa*. En afloramientos rocosos: *Byrsonima crassifolia*, *Calliandra vaupesiana*, *Clusia grandifolia*, *Xylopia aromatica*, *Vellozia tubiflora*, *Zamia lindosensis* y *Syagrus orinocensis*.

Son importantes las acciones de sensibilización; cada año se realizan reuniones con los beneficiarios se presentan charlas sobre la importancia de los procesos de restauración ecológica y también se exponen experiencias en otras regiones del país.

Foto: Restauracion ecologica, Sinchi, 2019.



Foto: Rocas de la Serranía. Sinchi, 2019

A estas reuniones asisten nuevos beneficiarios que ofrecen hectáreas para incorporar al proceso de restauración ecológica, solo por su convencimiento de la importancia de recuperar la serranía de La Lindosa como un importante patrimonio de la comunidad. Hoy restauran, conservan y valoran las bellezas escénicas; algunas con restricción de ingreso y con tarifas que generan valor agregado a la conservación y restauración ecológica de la serranía.

Fauna de la Amazonia colombiana¹⁴

El Sinchi realiza inventarios sistemáticos de fauna en la Amazonia y cuenta con información de anfibios, reptiles, aves, mamíferos y mariposas, así como de la diversidad de especies de fauna silvestre usadas por las comunidades locales. Hasta el 2018 se cuenta con información de cinco departamentos.



Tabla 3.3
Riqueza de especies de fauna registradas en cinco departamentos de la Amazonia colombiana.

	Vaupés	Guainía	Sur del Vichada	Caquetá	Guaviare
Anfibios	70	42	36	110	57
Reptiles	71	51	47	73	61
Aves	407	424	306	439	375
Pequeños mamíferos	70		45	46	61
Mamíferos medianos y grandes	38	33	33	40	37
Mariposas	350				67
Fauna uso	111	63	86		21

Fuente: Sinchi, 2019.

¹⁴ Preparado por: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). Mariela Osorno, Doris Laurinette Gutiérrez, José Rancés Caicedo, Esteban Carrillo Chica, Darwin Morales Martínez, Natalia Atuesta Dimian, Efraín Reinel Henao.



Anfibios

Desde el 2009, el Sinchi emprendió el inventario de anfibios y reptiles en la Amazonia en procura de contribuir al país con colecciones biológicas de zonas con amplios vacíos de información. Durante este tiempo, se ha hecho un esfuerzo de muestreo significativo en los diferentes hábitats disponibles en los departamentos de Caquetá (2009-2011 y 2017), Vaupés (2012-2013 y 2018), Guainía (2014-2016), Guaviare (2016-2017) y en Vichada (2016-2017). Las cifras reportadas en la tabla 3.3 son el consolidado de las especies registradas en los inventarios; el departamento de Caquetá tiene el mayor número de especies, allí se encuentran no solo especies amazónicas, sino que también andinas y de piedemonte.

A partir de los inventarios se han registrado especies sin reporte en el país, tales como: *Hyloxalus itaoli*, *H. maculosus*, *Pristimantis brevicauda*, *P. diadematus*, *Leptodactylus guianensis* y *Osteocephalus vilarsi*, así como la presencia del género *Ceuthomantis*, típico del Escudo Guayanés, cuya presencia era desconocida en Colombia.


A diciembre de 2018 se cuenta con 219 especies identificadas y 5.856 ejemplares catalogados en la colección de anfibios.

La **colección de anfibios** del Sinchi se consolida progresivamente como una **de referencia** y aloja ejemplares de localidades que carecían de datos de la Amazonia colombiana.




 Sphaenorhynchus lacteus.
Foto: Mariela Osorno Muñoz.



Hemiphractus bubalus.
Foto: Mariela Osorno Muñoz. 



 *Dracaena guianensis*.
Foto: José Rancés Caicedo.



 *Atractus franciscopaivai*.
Foto: Mariela Osorno.

Los ejemplares depositados en la colección de reptiles del Sinchi aportan al conocimiento, educación y conservación de la herpetofauna amazónica; así mismo son referentes para otras ramas de las ciencias biológicas como taxonomía, biogeografía y ecología; además, brindan información de la distribución de muchos taxones que habitan esta zona del país.

Reptiles

La colección de reptiles inició con 40 ejemplares de 20 especies en 2009, en 2018 cuenta con 1.266 ejemplares pertenecientes a tres especies de crocódilidos, 8 de tortugas, un anfibénido, 53 lagartos y 76 serpientes; para un total de 141 especies. Adicionalmente, cuenta con la colección de serpientes donada por Juan Silva Haad que consta de 2.500 ejemplares de distintas regiones amazónicas.

Se han registrado especies bajo alguna categoría de amenaza como el lagarto *Anolis ruizii* en Caquetá, el cual está categorizado como Vulnerable [10] y la serpiente *Atractus punctiventris* en el Guaviare, en categoría En Peligro [11]. Asimismo, se han obtenido ejemplares de especies poco conocidas y por ende, poco representadas en colecciones como los lagartos *Bachia pyburni*, *Dracaena guianensis* y las serpientes *Atractus franciscopaivai* y *Helicops hagmanni*. Se tienen registros de tres especies de lagartos introducidos (*Hemidactylus mabouia*, *H. frenatus* y *Lepidodactylus lugubris*) y uno transplantado (*Gonatodes albogularis*).

Aves


En los departamentos amazónicos evaluados entre 2013 y 2018 se han registrado 747 especies de aves, distribuidas en 70 familias. Las familias más ricas en especies son Tyrannidae, Thamnophilidae, Thraupidae y Furnariidae, que en conjunto aportan aproximadamente la tercera parte de la diversidad total de aves en los cinco departamentos. Caquetá es el departamento con la mayor diversidad registrada, debido a la presencia de áreas montañosas en las que se encuentran aves características de ecosistemas andinos, además de las especies de las tierras bajas amazónicas.

Los departamentos de Guainía y Vaupés presentan similitudes en la riqueza y composición de su avifauna; esto se debe a la presencia de importantes áreas de bosques de arenas blancas y sabanas. En términos de conservación, la familia Cracidae es la más importante ya que cuatro de sus especies se encuentran amenazadas, y junto con Tinamidae son las aves que aportan mayor proteína a la dieta de las comunidades locales.



 *Xiphorhynchus obsoletus.*
Foto: Esteban Carrillo Chica



 *Penelope jacquacu.*
Foto: Esteban Carrillo Chica

Pequeños mamíferos

Desde el 2017 se inició con el inventario de los pequeños mamíferos para la Amazonia colombiana; se han completado un total de 114 especies de pequeños mamíferos para cuatro departamentos Caquetá, Guaviare, Vaupés y Vichada. Se han recolectado 566 especímenes que corresponden a un aumento del 10% en el número total de los registrados en colecciones biológicas de Colombia. Se han hecho inventarios en ecosistemas contrastantes incluyendo bosques Andinos de la vertiente amazónica, selvas húmedas de piedemonte, bosque de várzea, bosques de tierra firme, sabanas de arenas blancas y vegetación arbustiva sobre afloramientos rocosos del Escudo Guayanés. Se han logrado registrar nuevas localidades para especies en peligro de extinción como *Vampyressa melissa*, *Lonchorhina orinocensis* y *Lonchorhina marinkellei*. Nuestros inventarios muestran avances importantes en el conocimiento de murciélagos, sin embargo, se planea fortalecer los registros de pequeños mamíferos no voladores como marsupiales y roedores los cuales se desconocen en la región.



 Saccopteryx leptura.
Foto: Darwin Morales-Martínez



 Nectomys rattus.
Foto: Darwin Morales-Martínez


Los mamíferos son uno de los grupos que se considera posee un mayor conocimiento de su diversidad en la Amazonia, sin embargo, se desconocen aspectos de la diversidad y distribución de pequeños mamíferos, en los que se ha tenido un avance significativo a partir de los inventarios realizados por el Sinchi recientemente.

Mamíferos medianos y grandes


El trabajo con este grupo ha avanzado de la mano con las evaluaciones de la fauna de consumo, ya que los mamíferos medianos y grandes llegan a representar en algunas localidades el 83 % del peso producto de la cacería de subsistencia [12]. Hasta 2018 se han registrado, por avistamientos, cámaras trampa, entrevistas y reportes de cacería, 59 especies de mamíferos medianos y grandes en los 5 departamentos, pertenecientes a 9 órdenes y 26 familias. La mayor diversidad se registró en el departamento del Caquetá, donde se cuenta con datos de tierras bajas, pero también de la transición Andino-Amazónica, lo que influye en esta mayor diversidad. 10 especies se consideran amenazadas a nivel nacional (7 vulnerables y 2 en peligro). A pesar de considerarse un grupo bastante conocido aún existen incertidumbres en la taxonomía de algunos grupos y los muestreos son insuficientes para entender la distribución de los venados, los armadillos, primates y roedores grandes, por ejemplo.

Es importante conocer la taxonomía y en general la biología de los grandes mamíferos, puesto que estos forman parte de la dieta de las comunidades locales. De esta manera estudiar las presiones sobre las poblaciones es entender que pueden ser diferentes dependiendo de las características biológicas de las especies. Este conocimiento precisará los estudios de impacto de la cacería y garantizará evaluaciones de sostenibilidad que aseguren su supervivencia futura.




 Cyclopes didactylus.
Foto: Jorge Contreras.



 Tapirus terrestris.
Foto: Instituto Sinchi




 Urania leilus. Foto: Efraín Henao.

Mariposas

En 2018 se realizó una revisión de 6 colecciones biológicas; información en combinación con visitas de campo a los departamentos de Vaupés y Guaviare permitieron consolidar un listado de 1.502 especies y subespecies de la región amazónica colombiana. Se identificaron 38 especies endémicas y una especie en peligro (*Pterourus euterpinus*) de acuerdo con los libros rojos de invertebrados de Colombia-IUCN. Los hábitats con mayor riqueza corresponden a tierras firmes del bosque húmedo tropical y dentro de estos las zonas con fuentes de agua como ríos y quebradas presentan más diversidad. Los bosques de arenas blancas presentaron menor diversidad, pero se encontraron especies únicas asociadas a estos hábitats. Las regiones con mayor diversidad están en la zona de transición de las selvas de Cumaribo (Vichada), el piedemonte del Putumayo, junto con la zona sur de la cuenca amazónica en el departamento del Amazonas; lo anterior implica el deber de formular estrategias para su conservación.



 Marpesia themistocles. Foto: Efraín Henao.

La mayor riqueza de especies de mariposas se encuentra en los departamentos de Caquetá, Putumayo, Vichada y la parte sur de la Amazonia. Es necesario ampliar los estudios en los departamentos de Guainía y Amazonas para conocer su riqueza en este grupo taxonómico.

Fauna uso

Entre 2013 y 2018 se evaluó la diversidad de la fauna silvestre consumida por las comunidades locales en cuatro departamentos de la Amazonia (Tabla 1). La mayor diversidad de fauna silvestre de consumo se presenta en Vaupés y sur del Vichada donde las comunidades Tuyuca y Bará del río Tiquié [12], los Desano, Wanano y Tucano de la zona media del río Vaupés y los Piaroa de Matavén (Vichada), conservan prácticas culturales tradicionales asociadas con la cacería. En las comunidades Puinawe y Sikuani del Guainía, se han abandonado algunas prácticas tradicionales de consumo de fauna como consecuencia de la evangelización [13], [14], usan un menor número de especies de aves, anfibios e insectos. Guaviare presenta la menor riqueza de especies de consumo con solo 21 taxa, la mayoría mamíferos; esto se relaciona con el origen campesino de la población local y la disponibilidad de otras fuentes de proteína animal.

El sistema de subsistencia de las comunidades indígenas amazónicas, incluyendo la fauna silvestre de consumo como uno de sus componentes, es un engranaje complejo en que influyen de forma equivalente factores ecológicos, sociales y culturales.



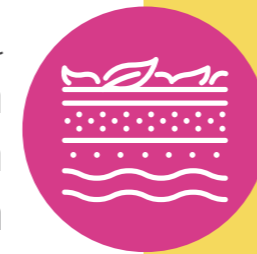
 Mojojoi (*Rhynchophorus palmarum*).
Foto: Natalia Atuesta

Suelos de la Amazonia colombiana¹⁵

El suelo es el ecosistema más diverso del planeta, alberga aproximadamente el 15 % del total de especies de organismos vivos en la Tierra [15], y con un papel vital en ecosistemas como la cuenca amazónica. Sin embargo, es poco conocida la composición biológica de los suelos, el rol que juega cada comunidad en el ecosistema y cómo varían con los disturbios antrópicos. Los suelos amazónicos colombianos en su gran mayoría son de baja fertilidad (principalmente Oxisoles y Ultisoles) y constituyen el 29 % de los suelos de Colombia [16]. La región amazónica colombiana se encuentra afectada por procesos de deforestación que avanzan con rapidez y que generan focos de degradación del suelo. Es importante continuar los estudios y generar alternativas para controlar y mitigar estos impactos. En particular la información sobre los suelos y sus funciones a escalas semidetalladas y detalladas (1:25.000) es poca y dispersa. Sin embargo, es necesaria para la zonificación y planificación del uso sostenible de los suelos, el diseño de los planes de gestión del riesgo, y demás políticas públicas que involucran el manejo del suelo [17]. Dada la limitada fertilidad de los suelos amazónicos, su sostenibilidad depende de la actividad biológica de los organismos del suelo y el efectivo reciclaje de nutrientes y materia orgánica.

Por ello, el Sinchi ha venido estudiando la biología de los suelos amazónicos con énfasis en algunos grupos vitales para su sostenibilidad como lo son los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) por su papel relevante en la nutrición de las plantas en ambientes de limitada fertilidad; y la macrofauna del suelo con énfasis en los artrópodos y Oligoquetos (lombrices de tierra), por su directo papel en el fraccionamiento de la materia orgánica y la estabilidad de los nutrientes en el suelo. En los últimos se ha aplicado la metodología TSBF [18], combinada con un muestreo aleatorio para la colecta de muestras de organismos edáficos. En el laboratorio, se utilizan técnicas clásicas y moleculares para la determinación de la diversidad y composición de las diferentes comunidades biológicas.

Localización geográfica de los resultados del presente estudio: Departamento de Amazonas, municipios de Leticia (zona rural) y Puerto Nariño. Departamento de Caquetá, municipios de Florencia, Albania, Paujil, Belén de los Andaquíes y San Vicente del Caguán.




Los suelos amazónicos colombianos en su gran mayoría son de baja fertilidad (principalmente Oxisoles y Ultisoles) y constituyen el 29 % de los suelos de Colombia (IGAC, 2012).



Espora del género *Glomus* sp.
 (Foto: C. P. Peña-Venegas)

¹⁵ Preparado por: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). Clara P. Peña-Venegas



 Equinotermes biriba (Foto: Daniel Castro)



 Proceso de transformación de residuos orgánicos urbanos. Sinchi, 2019.

Estado de los recursos naturales del suelo

El suelo es considerado el ecosistema más diverso del planeta, pero a su vez uno de los más desconocidos a pesar de su gran biodiversidad. Hasta el 2018 se han ampliado considerablemente los inventarios de los diferentes grupos biológicos estudiados.

Se han reportado 139 morfoespecies y 156 especies de hongos formadores de Micorrizas Arbusculares (HMA) identificadas por métodos moleculares [19], [20], [21], incluyendo 46 especies nuevas de HMA. Los géneros más abundantes en la región son *Glomus* y *Acaulospora*. A nivel mundial, se han reportado aproximadamente 300 especies de HMA y 348 taxones virtuales de estos hongos (<https://maarjam.botany.ut.ee/>). Así, la diversidad de HMA reportada para la Amazonia colombiana representa aproximadamente el 44% de la diversidad mundial.

Hasta el 2018 se tienen registros de 20 grupos taxonómicos diferentes de macrofauna presentes en la Amazonia colombiana, donde las hormigas y las termitas son los grupos más diversos y abundantes en la región. Se han registrado 218 especies diferentes de hormigas [22], con 12 especies reportadas por primera vez en Colombia, siendo este el listado más completo de hormigas reportado para la Amazonia colombiana. También se han registrado 120 especies de termitas, incluyendo un género y especie nueva para la ciencia (*Equinotermes biriba*) [23], y 43 especies como nuevos registros para el país [24].

Además de avanzar en el conocimiento de la diversidad edáfica y los inventarios de las comunidades biológicas de los suelos, se han evidenciado cómo la aplicación de herbicidas para el control de malezas [25] afecta la micorrización de los cultivos, o cómo la mala disposición de plástico en el suelo puede afectar las comunidades edáficas y la nutrición de las plantas.

Recomendaciones y alternativas

La asociación micorriza arbuscular parece ser una de las estrategias más importantes que las plantas en la región han desarrollado para suplir las deficiencias nutricionales de los suelos. Sin embargo, existen prácticas agrícolas arraigadas localmente que afectan las comunidades de HMA como las quemadas y la aplicación de herbicidas. Es necesario desestimular estas prácticas, y generar alternativas más sostenibles del suelo que promuevan la asociación micorriza arbuscular.

Los resultados también indican que la macrofauna edáfica ha sido uno de los grupos menos estudiados de la diversidad amazónica y de los suelos en la región. Por ello se ha obtenido gran número de nuevos reportes de géneros y especies para la ciencia, para Colombia y para la región amazónica. Es necesario seguir haciendo colectas y en especial en departamentos de la Amazonia colombiana donde no hay reportes de estudios realizados.

Las actividades antrópicas en la región han contribuido a la progresiva contaminación de los suelos. La contaminación por residuos orgánicos es muy común, cambiar a un adecuado manejo es fácil y además mejora la fertilidad de los suelos.

Sin embargo, contaminantes de baja degradabilidad como los empaques derivados del petróleo, generan problemas ambientales tanto en los suelos de los cascos urbanos de la región como en las fuentes hídricas. De allí la necesidad de implementar las políticas públicas existentes para desestimular el uso de este tipo de

empaques y a su vez promueva el desarrollo, producción y uso de empaques biodegradables en la región.

En el entendido que las prácticas y manejos agrícolas inadecuados del suelo, así como su contaminación, afectan significativamente las comunidades biológicas, es importante continuar adelantando estudios y generar alternativas para controlar y mitigar estos impactos.

Contribuciones a los retos del país

Mantener suelos sanos y funcionales se constituye en principal recurso para asegurar la seguridad alimentaria y una producción sostenible en la región, sin seguir incrementando las áreas deforestadas. Adicionalmente, contribuye a una mejor respuesta frente al cambio climático, ya que un suelo sano con alta biodiversidad tiene una mayor capacidad de fijar carbono atmosférico. Los resultados aquí presentados están en línea con el Plan de Acción para la Gestión Sos-

tenible del Suelo, línea estratégica 5. Investigación, innovación y transferencia de tecnología. También responden directamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible n.º 15 de la ONU de proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

Uno de los nuevos retos para afrontar es la evaluación y mitigación por mercurio de los suelos que la minería ilegal ha dejado en la región. Este metal, por ser líquido, penetra y se difunde fácilmente en el suelo siendo muy difícil su descontaminación. Adicionalmente, es altamente tóxico, y puede estar afectando a las diferentes comunidades biológicas del suelo. También existe la posibilidad de bioacumulación en productos o frutos de cultivos en áreas contaminadas por mercurio, lo que constituiría un riesgo inminente a la salud de sus pobladores.



Fotos: Banco de Imágenes Imprenta Nacional
AdobeStock selva del Amazonas

Mantener suelos sanos y funcionales constituye el principal recurso para asegurar la seguridad alimentaria y una producción sostenible en la región.

Ecosistemas acuáticos y peces de la Amazonia colombiana¹⁶

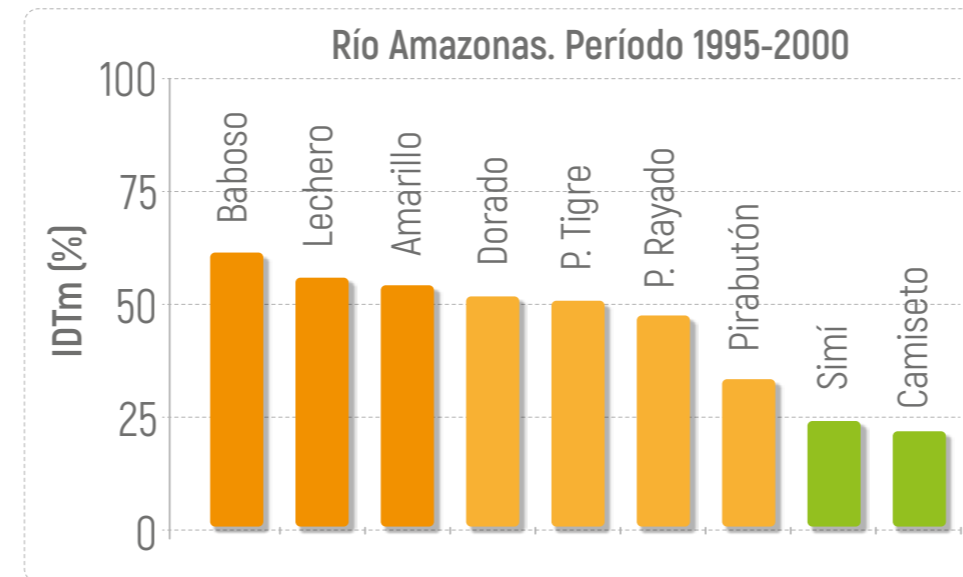
Para medir la vitalidad del ecosistema acuático, se presentan los resultados del indicador de tallas de captura generado por el Sinchi, en el que compara la evolución de tamaños de las principales especies de bagres en dos cuencas: Amazonas y Putumayo.

En el río Amazonas, desde la línea base constituida en el 2000 hasta la octava actualización del indicador (datos 2017-2018), se evidencia la evolución negativa en varias especies, particularmente muestra la recurrencia de la pesca por debajo de talla reglamentaria en pintadillo rayado, dejando una sobrepesca por crecimiento (Figura 3.37); en la cuenca del río Putumayo se ve afectado igualmente al pintadillo rayado (Figura 3.38).

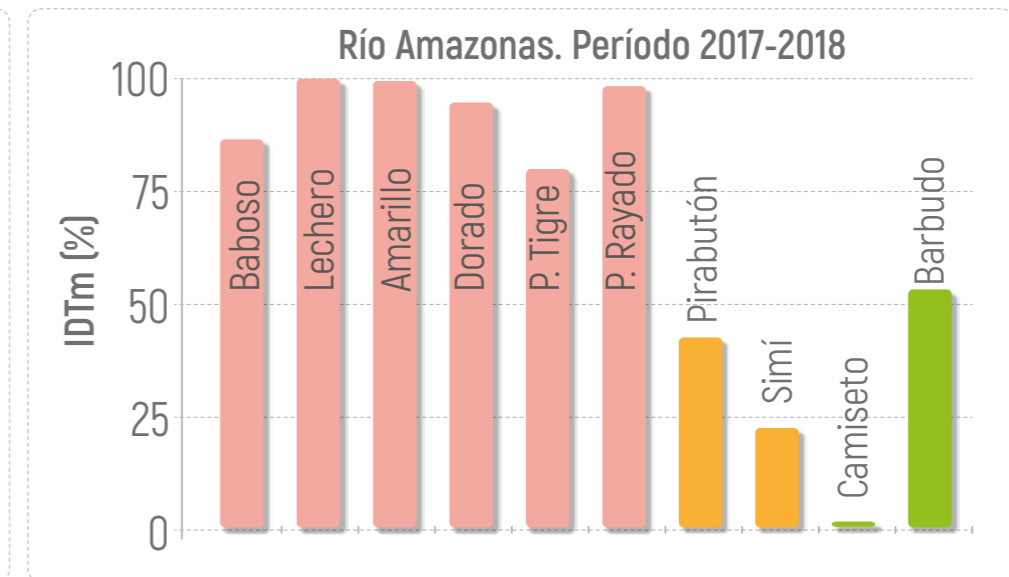


Figura 3.15

Evolución del indicador de captura de peces comerciales por debajo de tallas reglamentarias en río Amazonas



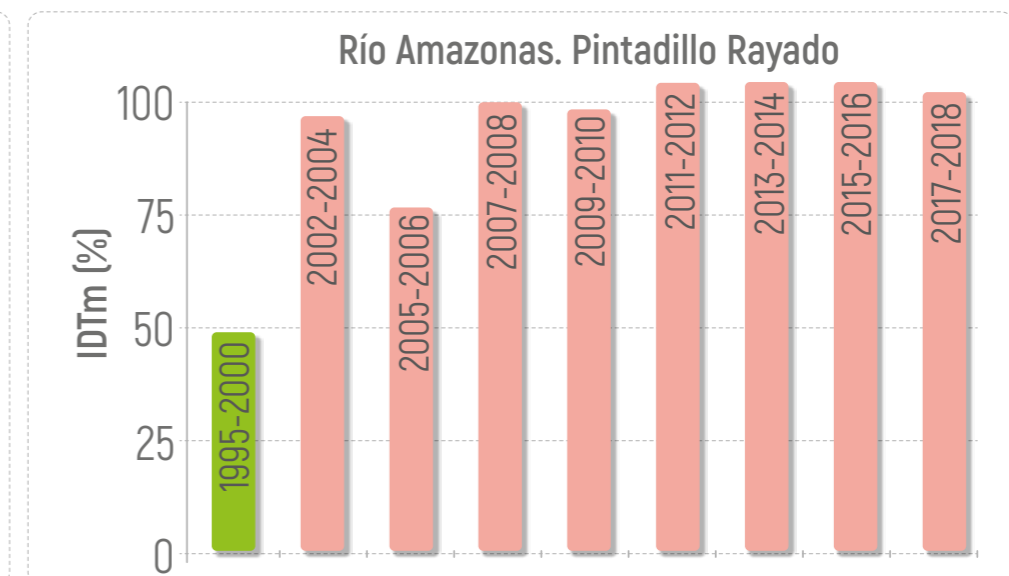
Línea base del indicador para bagres con datos del quinquenio 1995-2000



Indicador de bagres hasta el año 2018



Cálculo del indicador para todas las especies entre 2000-2018



Cálculo del indicador para pintadillo rayado *Pseudoplatystoma punctifer* entre 2000-2018.

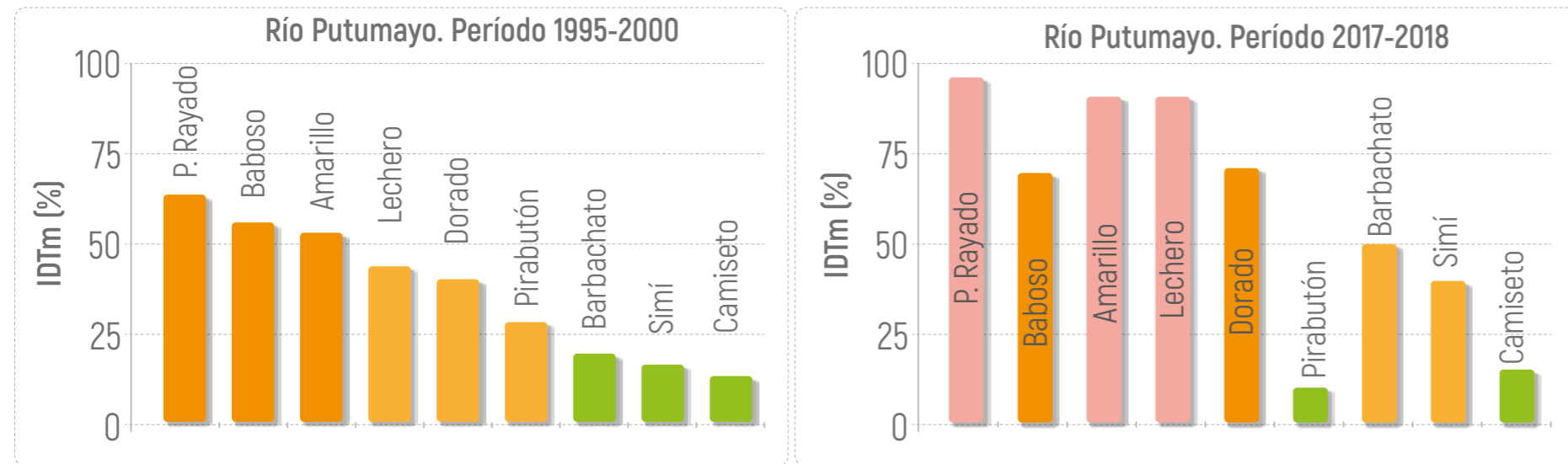
¹⁶ Preparado por: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). William Castro-Pulido, César Augusto Bonilla-Castillo, Guber Alfonso Gómez y Edwin Agudelo.

(Convenciones: barras de color verde definen bajo impacto, las de amarillo impacto medio, las de naranja alto impacto, las barras rojo muy alto impacto).

Fuente: Sinchi 2019.



Figura 3.16
 Evolución del indicador de captura de peces comerciales por debajo de tallas reglamentarias en río Putumayo



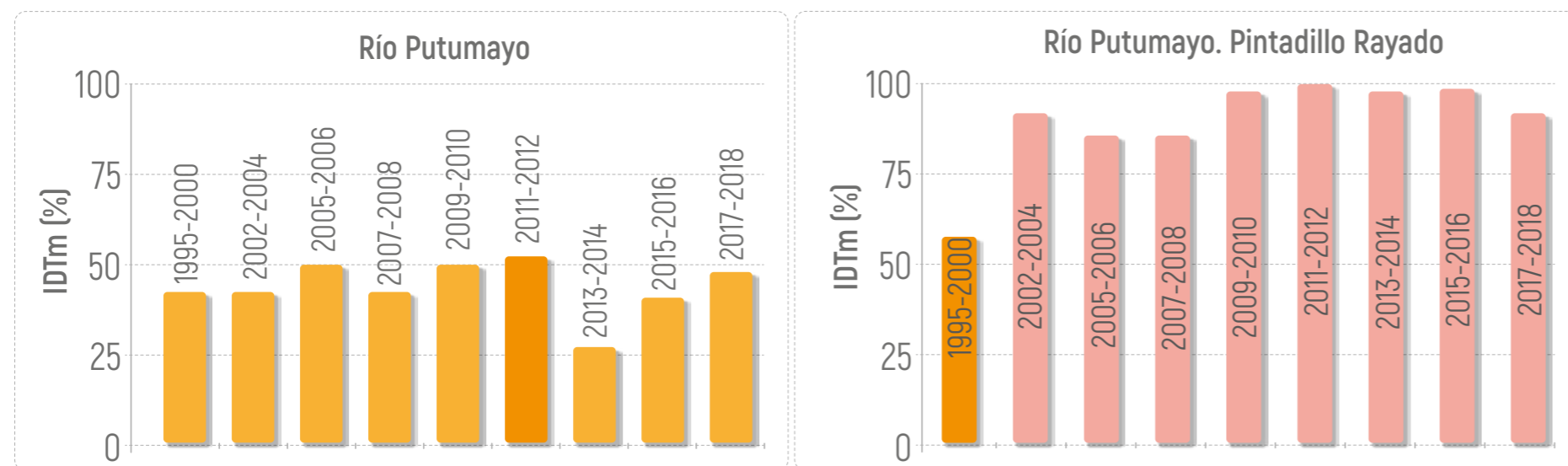
Línea base del indicador para bagres con datos del quinquenio 1995-2000

Indicador de bagres hasta el 2018



<https://sinchi.org.co/ciacol/indicador-de-captura-de-peces-comerciales-en-amazonia-por-debajo-de-las-tallas-reglamentarias>

En tal sentido, el Sinchi reitera que se adelante un trabajo mancomunado sobre los pintadillos toda vez que se trata de una especie incluida en la lista roja de peces; así se recoge lo citado por Agudelo et al (2012) [29] en el libro rojo para el tratamiento de la problemática de la especie: “...Las características migratorias... la convierten en un recurso compartido con Brasil, Ecuador y Perú (Agudelo et al. 2000; Agudelo 2007). Así, su manejo debe también propender por una estrategia internacional que busque establecer medidas comunes para los tres países (Agudelo et al. 2009). Se recomienda establecer áreas de conservación o refugio para los grandes bagres amazónicos, que incorpore manejo especial de sus hábitats, períodos de restricción a la captura y aparejos de pesca apropiados, con el fin de proteger la especie a lo largo de su ciclo de vida durante las migraciones y en la época reproductiva. Igualmente, potencializar la gobernanza de las comunidades locales mediante acuerdos de pesca, principales usuarias del recurso con fines comerciales y de consumo, en pro de respetar tallas, captura y lugares de protección...”.



Cálculo del indicador para todas las especies entre 2000-2018

Cálculo del indicador para pintadillo rayado *Pseudoplatystoma punctifer* entre 2000-2018

(Convenciones: las barras verdes definen bajo impacto, las amarillas impacto medio, las de naranja alto impacto, las rojas muy alto impacto).

Fuente: Sinchi, 2019

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS MONTAÑOSOS DEL CHOCÓ BIOGEOGRÁFICO¹⁷

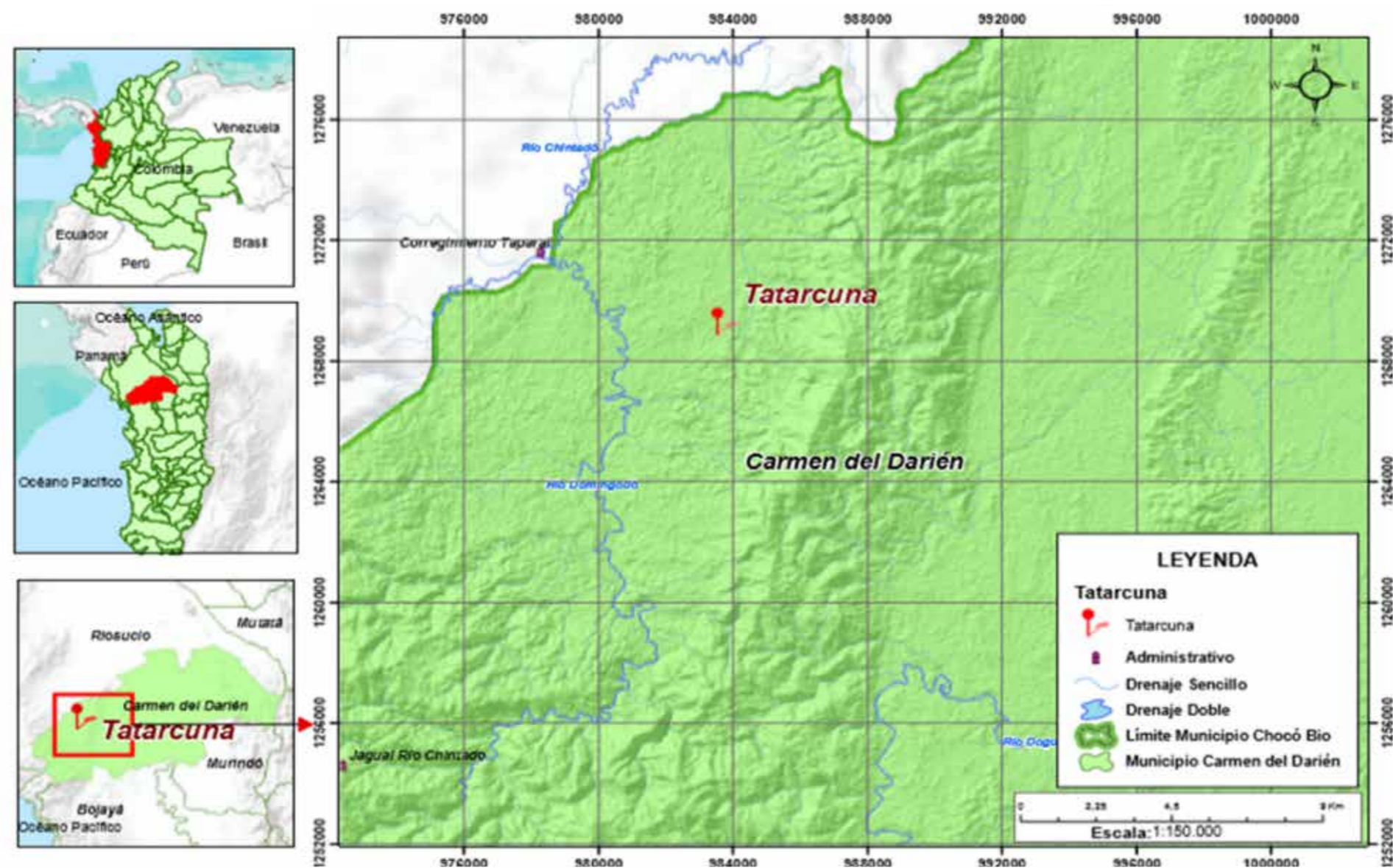
La alta diversidad biológica de las montañas de la región Bajo Atrato-Darién y del San Juan, Chocó biogeográfico, es de gran importancia para las funciones ecológicas y es el foco principal para los servicios a los ecosistemas y las necesidades humanas, además de ser esencial para la circulación del agua por las cuencas fluviales de esta región. (Figura 3.40)

¹⁷ Preparado por el IIA – Subdirección de Investigaciones. Giovanny Ramírez, Éric Yair Cuesta-Ríos, Zulmary Valoyes Cardozo, Luis Eladio Rentería Moreno, Luis Javier Mosquera Ramos, Reimer Rengifo Ibargüen, Yiskar Damian Murillo Asprilla, Kritzzia Jocelin Copete Murillo. Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó biogeográfico. Línea de investigación: Caracterización de ecosistemas estratégicos.



Figura 3.17

Ubicación geográfica del Cerro Tacarcuna, en el marco del proyecto expedición Colombia Bio, para el conocimiento de los ecosistemas estratégicos del andén pacífico (Serranía del Darién).




Fuente: IIAP, 2019

El cerro Tacarcuna por estar en el punto de conexión y área puente, muchas especies han tenido mediante la historia un paso obligado por este corredor desde Norteamérica hacia Suramérica y viceversa. Por esta razón es una de las zonas con mayor biodiversidad de América, donde se registran 877 especies; Diatomeas perifíticas (45), Briófitos (160), helechos (60) monocotiledóneas (124), Dicotiledóneas (206), mariposas (72), peces (35), anfibios (16), reptiles (31), aves (111), mamíferos (17). Dentro de la vegetación de Tacarcuna se encuentran dos posibles especies nuevas para la ciencia de los géneros *Piptocarpha* (Asteraceae) y *Erythroxyllum* (Erythroxyllaceae) y una variedad de bálsamo *Myroxylon balsamum* var. *Pereirae*, no registrada antes en Colombia. Adicionalmente, se registran 7 especies endémicas. Figuras 3.41, 3.42 y 3.43.

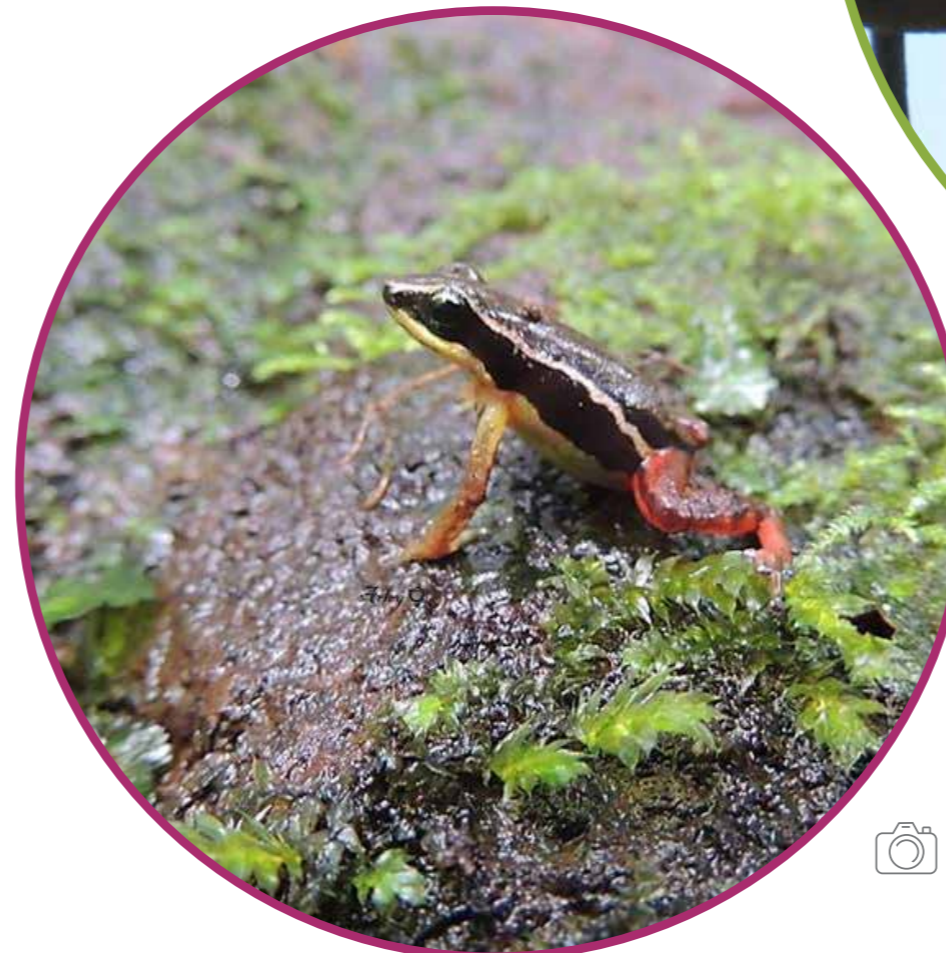
En los peces *Characidium marshi*, se consideran nuevos registros para Colombia y *Cheirodon sp*, podrían ser nuevas para la ciencia. Los endemismos también son importantes para este cerro, donde el sapo *Rhinella acrolopha* y las ranas *Craugastor opimus*, *Craugastor raniformis*, al igual que el ave *Odontophorus dileucos*, presentan distribución restringida a dos países (casi endémicas) y *Pristimantis roseus* es endémica para Colombia. Dentro de las aves 11 especies migratorias, de las cuales diez son migratorias neárticas-neotropicales.



 Piranga rubra- Especie migratoria presente en el cerro Tacarcuna- IIAP.



 Catharus ustulatus- Ave migratoria encontrada en el Cerro Tacarcuna- IIAP.




 Silverstoneia nubicola- Anfibio casi amenazado presente en Tacarcuna - IIAP .



Tabla 3.4
 Indicador de flora y fauna presente en el cerro Tacarcuna.





Indicadores Cuchillo	Flora 					Fauna 					TOTAL	
	Diatomeas Perifíticas	Briófito	Helechos	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas	Mariposas	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves		Mamíferos
Número de especies asociadas	45	160	60	124	206	72	35	16	31	111	17	877
Especies amenazadas, endémicas y migratorias identificadas	0	0	5	5	5	0	5	1	2	7	5	35
Identificación y priorización de especies de importancia socioeconómica para las comunidades aledañas	18	0	10	5	30	0	12	0	4	6	15	37



Tabla 3.5
 Indicador de flora y fauna presente en el cerro Cuchillo.

Indicadores Cuchillo	Flora 	Fauna 					TOTAL
		Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	
Número de especies asociadas	54	9	6	7	87	5	168
Especies amenazadas, endémicas y migratorias identificadas	1	0	0	0	10	2	13
Identificación y priorización de especies de importancia socioeconómica para las comunidades aledañas	10	3	0	4	2	2	11

Fuente: IIAP, 2019.

En general los bosques de Tacarcuna se encuentran en etapas sucesionales avanzadas con una riqueza florística moderada y unos niveles muy bajos de intervención.

Estos resultados resaltan la importancia de la conservación del Darién como un ecosistema en equilibrio que sustenta la biota y su dinámica en este corredor ecológico natural.


En el caso del cerro Cuchillo se registran 168 especies, de estas, 114 son animales y las 54 restantes son de plantas. La riqueza del cerro Cuchillo se ve limitada por actividades como la tala selectiva, ganadería y agricultura; sin embargo, solo existe una especie amenazada en esta zona (*Hubero dendron patinoi* Cuatrec).

En relación al cerro Alto del Marrano, se registran 171 especies de plantas distribuidas en 90 géneros y 38 familias. A nivel de la fauna, sobresalieron las aves, con 77 especies y 30 familias, seguidas de los mamíferos (12 spp, 12 familias), reptiles (9 spp y 3 familias) y anfibios (6 spp y 4 familias). De la biota registrada, resultó amenazada una (1) especie de flora (*Otoba acuminata*: VU), y cuatro (4) de fauna (*T. ornatus*: VU y *A. geoffroyi* en peligro crítico CR, dichas amenazas, se relacionan con la pérdida del hábitat.

A nivel general, este ecosistema con ciertos grados de intervención, la vegetación y la fauna mantienen elementos para su conservación en buen estado, esto combinado con las dinámicas sociales influenciadas por la gestión de las instituciones nacionales ayuda a mantener la integridad del ecosistema.

La diversidad de especies registradas en ecosistemas de montaña en el Chocó Biogeográfico y las posibles especies nuevas muestran la importancia de conservar estos ecosistemas y la necesidad de seguir encaminando investigaciones para su conocimiento.

Por último está el cerro Galápagos, que exhibe una riqueza de 142 especies de plantas, 72 de aves, 25 de anfibios, 12 de reptiles y 15 de peces. Para el caso del recurso hídrico, las variables físico-químicas analizadas presentaron valores dentro de rangos establecidos por la normatividad nacional e internacional, lo que sugiere su buen estado para la conservación de la flora y fauna acuática, así como para el consumo humano y uso doméstico. [30], [31], [32], [33].

 Foto IAP niño pescador.

Referencias

capítulo 3

- [1] Suárez, A. V., & Tsutsui, N. D. (2004). The value of museum collections for research and society. *AIBS Bulletin*, 54(1), 66-74
- [2] SiB Colombia. (2019). *Biodiversidad en Cifras 2019*. Disponible en: <https://cifras.biodiversidad.co/>. Consultado en agosto de 2019
- [3] Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2013). Mapa de corporaciones autónomas regionales de desarrollo sostenible y autoridades ambientales urbanas, escala 1:2.500.000. Datum: MAGNA-SIRGAS. Bogotá: IGAC.
- [4] Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN). (2018), Límite de los parques nacionales naturales de Colombia, versión 1, multiescalas 1:100.000 y 1:25.000. Datum: MAGNA-SIRGAS, Recuperado de http://sig.anla.gov.co:8083/resources/DESCARGA_SIAC/SPNN/RUNAP.zip
- [5] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) et al. (2017). Memoria técnica del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- [6] Ramírez, D. P., Mayorga, N. C. & Díaz, L. J., (2018). Hoja metodológica del indicador variación de la superficie de los ecosistemas naturales continentales (VSENC), versión 1.1. Sistema de Indicadores Ambientales. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), 10 pp.
- [7] The Plant List. (2010), versión. <<http://www.theplantlist.org/>> Consultado el 15 de diciembre de 2017].
- [8] Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 05 Apr 2016 <http://www.tropicos.org/Name/16100033>. Consultado el 6 de junio de 2017.
- [9] Bernal, R., Gradstein, S. R. & Celis, M. (eds.). (2015). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- [10] Acosta Galvis, A. (2015). Camaleón de Ruiz (*Anolis ruizii*, Rueda y Williams, 1986), pp. 55-57. En Morales Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P. & Bock. B. C. (eds.) (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)-Universidad de Antioquia.
- [11] Lynch, J. D. & Passos, P. (2015). Culebra tierrera de vientre punteado (*Atractus punctiventris*, Amaral, 1933), pp. 101-103. En Morales Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P. & Bock. B. C. (eds.) (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH)-Universidad de Antioquia.
- [12] Osorno Muñoz, M., Atuesta Damián, N., Jaramillo Hurtado, L. F., Sua Tunjano, S., Barona Colmenares, A. & Roncancio Duque, N. (2014). *La despensa del Tiquié: Diagnóstico y manejo comunitario de la fauna de consumo en la Guayana colombiana*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). 140 pp.
- [13] Perera, M. A. (2013). Lo que se mata se come o no desear es no carecer. *Biota Colombiana*, 14(1), 83-108.
- [14] Rivas, P. (2013). Cambio cultural y biodiversidad en las comunidades indígenas de la Orinoquia colombo-venezolana: consideraciones sobre el manejo de la fauna. *Biota Colombiana* 14(1), 109-122.
- [15] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2015). 2015 Año Internacional de los Suelos. Suelos sanos para una vida sana. <http://www.fao.org/soils-2015/es/>. Consultado el 19 de enero de 2018.
- [16] Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2012). Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano, escala 1:100.000. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

- [17] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) (2016). *Política para la gestión sostenible del suelo*. Bogotá: Minambiente,
- [18] Anderson, J., & Ingram, J. (1993). Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods (2nd ed.). https://www.researchgate.net/publication/232141777_Tropical_Soil_Biology_and_Fertility_A_Handbook_of_Methods
- [19] Peña Venegas, C. P. (2019). ¿Cómo se nutre el bosque amazónico?. *Fulica*, 14(6). <http://fulica.akuaippa.org/ediciones/10edFulica.html>.
- [20] Peña Venegas, C. P., Castro, D., Sterling, A. & Andrade Ramírez, T. K. (2019). Evaluación de indicadores biológicos de suelo en campos clonales de caucho (*Hevea brasiliensis*) en el departamento del Caquetá (pp. 101-134). En *Valoración y análisis de la biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados a campos clonales de caucho en Caquetá, Amazonia colombiana*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi).
- [21] Peña Venegas, C. P. & Vasco Palacios, A. M. (2019). Endo- and ectomycorrhizas in tropical ecosystems of Colombia. En M. C. Pagano, M. A. Lugo (eds.). *Mycorrhizal Fungi in South America, Fungal Biology*. <https://doi.org/10.1007/>
- [22] Castro D., Fernández, F., Meneses, A. D., Tocora, M. C., Sánchez, S. Peña Venegas, C. P. (2018). A preliminary checklist of soil ants (Hymenoptera: Formicidae) of Colombian Amazon. *Biodiversity Data Journal*, 6, e29278. doi: 10.3897/BDJ.6.e29278
- [23] Castro, D., Scheffrahn, R. H. Carrijo, T. F. (2018). *Echinotermes biriba*, a new genus and species of soldierless termite from the Colombian and Peruvian Amazon (Termitidae, Apicotermitinae). *ZooKeys*, 748, 21-30.
- [24] Castro, D. Peña Venegas, C. P. (2018). First record of *Embiratermes ignotus* Constantino 1991 (Termitidae: Syntermitinae) in Colombia. *Dugesiana*, 25(2), 111-113.
- [25] Peña Venegas, C. P. Kuyper, T. W., Davison, J., Jairus, T., Vasar, M., Stomph, T. J., Struik, P. C., & Öpik, M. (2019). Distinct arbuscular mycorrhizal fungal communities associate with different manioc landraces and Amazonian soils. *Mycorrhiza*, 29(3), 263-275
- [26] Peña Venegas, C. P. & Cardona, G. (2010). *Dinámica de los suelos amazónicos: Procesos de degradación y alternativas para su recuperación*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), 122 pp
- [27] Fajardo, M. D. (2017). Mejoramiento agroecológico de suelos degradados en comunidades indígenas: Caso San Sebastián (Leticia, Amazonas). Tesis de maestría en Estudios Amazónicos. Leticia: Universidad Nacional de Colombia.
- [28] Hurley, R. R. & Nizzeto, L. (2018). Fate and occurrence of micro(nano) plastics in soils: Knowledge gaps and possible risks. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 6-11.
- [29] Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez -Gil & R. E. Ajiaco-Martínez, “II. Pesquerías Continentales de Colombia: Cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y Vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia.” En: Colombia 2012. Editorial Instituto Alexander von Humboldt ISBN: 978-958-8343-62-4 v. pp.
- [30] Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP) & Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) (2018). Expedición Colombia-BIO. Para el conocimiento de los ecosistemas estratégicos del andén pacífico “Cerro Tacarcuna-Serranía del Darién” (Documentación técnica de la experiencia desde lo ecosistémico, biofísico y sociocultural). Quibdó (Chocó). disponible en <http://siatpc.iiap.org.co/>
- [31] Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP) (2017). *Caracterización ecológica de elevaciones medias del río Atrato, sector cerro el Cuchillo*. Quibdó (Chocó), 98 pp.
- [32] Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP). (2018). *Monitoreo ecológico del cerro Galápagos*. Informe final. Quibdó (Chocó), 108 pp.
- [33] Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP). (2018). *Caracterización ecológica del cerro Alto del Marrano, zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Tatamá*, Risaralda, 80 pp.

4

Ecosistemas marinos y costeros



Autores del capítulo

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar)

Alexandra Rodríguez Rodríguez, Andrés F. Acosta Chaparro, Constanza Ricarte Villota, David Alonso Carvajal, Diana Isabel Gómez-López, Juan David González Corredor, Julián Beltrán, Julián Franco Angulo, Laura Sánchez-Valencia, Lizbeth Janet Vivas-Aguas, Martha Lucero Bastidas, Mauricio Bejarano Espinosa, Max Martínez Campo, Natalia Arbeláez Merizalde, Oswaldo Coca Domínguez, Paola Sofía Obando Madera, Raúl Navas Camacho, Silvio Andrés Ordóñez Zúñiga.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) (Sección 4.1.1):

Lady Vargas Porras, Yirlesa Murillo H., Zoraida Quesada M., Mayra Becerra. Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó biogeográfico. Línea de investigación: Calidad ambiental, Colciencias.

Los arrecifes de coral en Colombia abarcan una extensión total de 290.000 ha, de las cuales aproximadamente 109.100 comprenden fondos con alta cobertura coralina.

Las áreas coralinas han sido exploradas con mayor detalle en aguas someras hasta los 30 m de profundidad, tanto en el Caribe como en Pacífico.



Entre febrero y marzo de 2017 (época seca) se registraron en Santa Marta dos mareas rojas producidas por el ciliado *Mesodinium cf.*



En el 2017 el 67% de cuerpos de agua marino-costera presentaron condiciones de calidad entre óptima y aceptable para la preservación de flora y fauna en los departamentos costeros del país

En el Caribe, el 70% de las playas evaluadas –es decir 48 de 69 playas– fueron estimadas aptas para uso recreativo de contacto primario.

Las floraciones algales son cada vez más frecuentes en la región del Magdalena, zonas que reciben aportes de aguas continentales cargadas de residuos orgánicos



De las 87 playas turísticas evaluadas en el año 2017 a nivel nacional, el 64% cumplió con los criterios de calidad sanitaria, indicando que son aguas aptas y de buena calidad para uso recreativo.



En el año 2018 se registró una leve recuperación de la cobertura respecto al 2017 con el aumento de 2489 ha de manglar vivo. La recuperación se debe principalmente al crecimiento y regeneración natural del mangle amarillo (*Laguncularia racemosa*).

Entre 2016 y 2018 presentó las mayores densidades Fitoplanctónicas atribuidas a las cianobacterias del género *Synechocystis*.

En el periodo de análisis 2014 al 2018, sobre la afectación de los manglares, se destaca que se presentaron tres eventos de variabilidad climática en Fase "El Niño" el primero de ellos 2014-2015, el segundo 2015-2016 y 2018-2019. Cabe destacar que uno de ellos 2015-2016 ha sido uno de los tres eventos "El Niño" más fuertes según el índice ONI de la NOAA. Los efectos dados por la sequía y fluctuaciones hídricas significativas generaron afectaciones en el manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

La afectación de bosque de manglar en la CGSM entre 2015 y 2018 fue de más de 4900 ha. Este es uno de los mayores cambios en cobertura de la última década en el sistema lagunar, generado en gran medida por la presencia de unos los eventos "El Niño" más fuertes de la historia.



En el Pacífico, el 44% de las playas evaluadas –es decir 8 de 18– fueron consideradas aptas para el uso recreativo.



En Colombia se encuentran en el Caribe tres familias y seis especies de pastos marinos, de las cuales *Thalassia testudinum* (pasto tortuga) es la más común y representativa.



- En cuanto al estado de integridad biológica en el año 2018, dos localidades mostraron "buen" estado y otras dos estado "no deseable" o "pobre".
- Entre los años 2006 y 2013 hubo una recuperación gradual, mostrando para ese último año, valores cercanos al estado "bueno".

CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES MARINAS Y COSTERAS¹

En el periodo de análisis 2015 al 2018, sobre la calidad de aguas, se destaca que se presentaron dos eventos de variabilidad climática en Fase “El Niño” el primero de ellos 2015-2016 de intensidad Muy Alta, siendo este uno de los tres más fuertes de la historia y el segundo 2018-2019, según el índice ONI de la NOAA.

En el marco del programa nacional de monitoreo de la Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia (Redcam), el Inveemar implementó el índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM) como la herramienta de seguimiento y evaluación que permite interpretar y relacionar las variaciones de la calidad del agua superficial marina y costera, las cuales se encuentran sometidas a tensores ambientales naturales y antropogénicos que afectan la calidad del recurso hídrico y ponen en riesgo la conservación de los ecosistemas asociados [1].



Tabla 4.1
 Evolución del estado de la calidad del agua superficial marina y costera evaluada con el ICAM entre 2015 y 2017

Año	2015	2016	2017	Tendencia	Situación actual
Pésima	2%	7%	7%	➡➡	☹️ Recurrente
Inadecuada	12%	20%	26%	⬆️	☹️ Desfavorable
Aceptable	19%	25%	18%	⬇️	😊 Recurrente
Adecuada	64%	42%	44%	⬆️	😊 Favorable
Óptima	2%	7%	5%	⬇️	😊 Desfavorable

Los resultados del ICAM calculados para el 2017 (tabla 4.1) mostraron un deterioro de la calidad en el 33% de los cuerpos de agua superficial marina y costera, y solo el 67% estuvieron entre óptima y aceptable para la preservación de flora y fauna, evidenciando un aumento de condiciones menos favorables en comparación con el 2015 y 2016.

Dichas condiciones se vieron influenciadas por las precipitaciones y posible consolidación débil de “La Niña” durante los muestreos realizados en el segundo semestre del 2016, manteniéndose en 2017 variaciones climatológicas que preservaron condiciones débiles de “La Niña”, presentándose en algunos momentos precipitaciones por encima de lo normal en las regiones Caribe y Pacífico [2], [3], además de la presencia de vertimientos directos al mar [4].

En la región Caribe, las condiciones menos favorables de calidad del agua se distribuyeron en los ocho departamentos costeros: Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; La Guajira; Magdalena; Atlántico; Bolívar; Sucre; Córdoba y Antioquia (figura 1). Se destacan la tendencia pésima y casos más críticos en los departamentos del Magdalena y Antioquia, al igual que en el año 2016, cuando se registraron los ICAM más desfavorables en Antioquia, particularmente en las playas de Arboletes, Uveros y Lechugal, el muelle Armada; los frentes de los ríos Atrato, Leoncito, León y las desembocaduras de los ríos Volcán, Caimán Nuevo, Turbo, San Juan, Necoclí, Damaquiel, Currulao y León, en donde las aguas costeras están influenciadas por las descargas de los tributarios del golfo de Urabá, destacando la cuenca del río Atrato [5], [6].

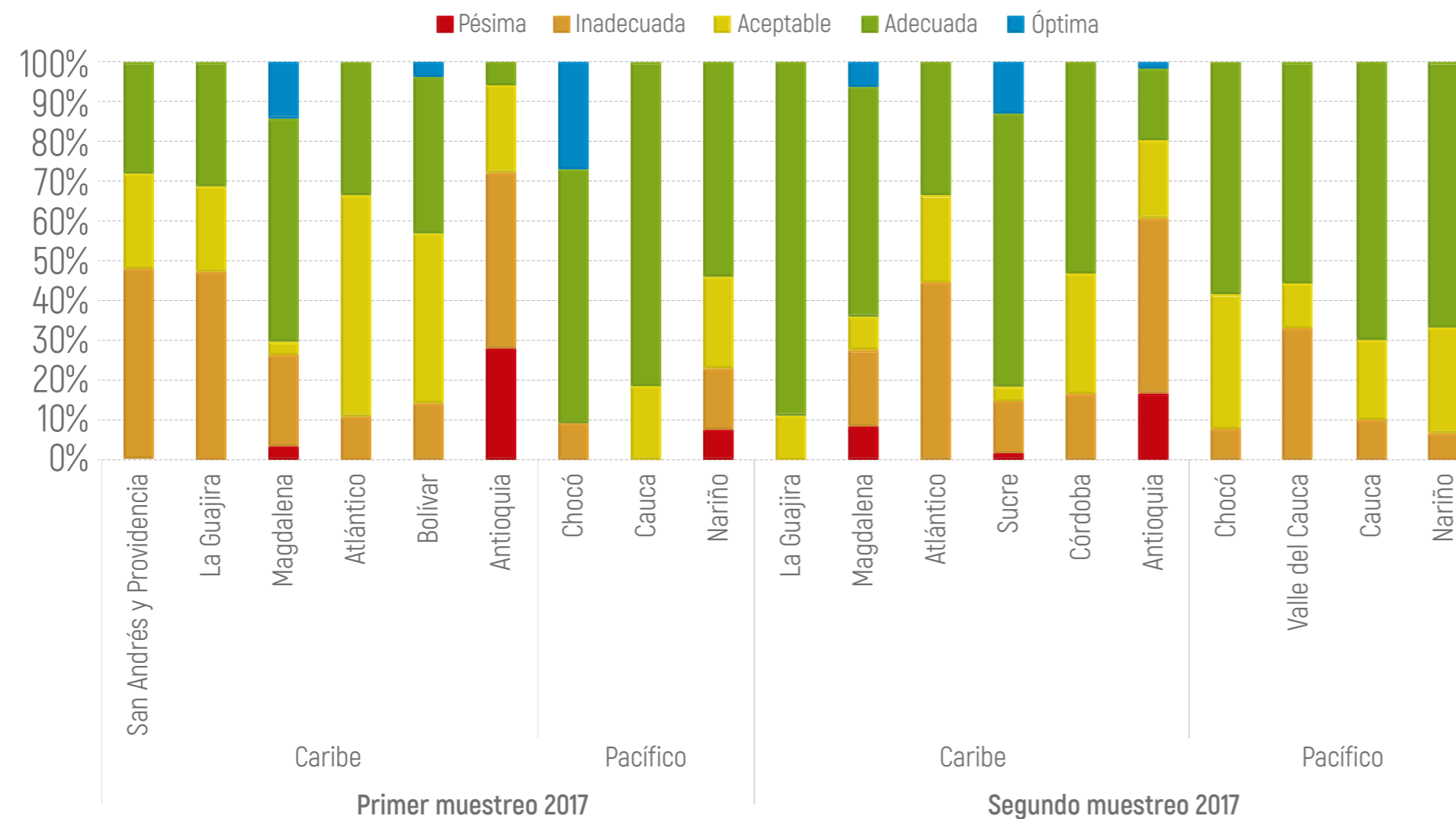
En la región Caribe, las condiciones menos favorables en la calidad de las aguas marina y costera, se distribuyeron en los ocho departamentos costeros: Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; La Guajira; Magdalena; Atlántico; Bolívar; Sucre; Córdoba y Antioquia.

¹ Preparado por Inveemar: Paola Sofía Obando Madera y Lizbeth Janet Vivas.



Figura 4.1

Distribución porcentual de la calidad de las aguas marinas y costeras evaluadas con el ICAM_{PPF} (preservación de flora y fauna) en los departamentos costeros del Caribe y Pacífico colombianos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el primer y segundo muestreo del año 2017. Tomado de Invemar (2019) 1.



En el Pacífico (figura 4.1), por su parte, las condiciones más críticas en el 2016 y el 2017 se presentaron en Arco del Morro, estero El Pajal, playa El Bajito, puente El Pindo, frente a la Sociedad Portuaria en Nariño; en diferentes estaciones de la bahía de Buenaventura; en las playa Magüipi, Piangüita y La Barra, en el Valle del Cauca, asociadas a vertimientos domésticos sin tratamiento y la carga que recibe la bahía de Buenaventura de múltiples tributarios y del estero Los Tulicios, en Tumaco [7], [8]. Este deterioro se debió a los incrementos en las concentraciones de nutrientes (fosfatos y nitratos), coliformes termotolerantes y sólidos suspendidos totales, que fueron los principales determinantes en las variaciones de calidad del agua. Además, se detectaron niveles bajos de hidrocarburos disueltos y dispersos equivalentes a criseno [1].

Estudio de caso: evaluación de la calidad fisicoquímica y biológica del agua en el golfo de Urabá y la zona de afluencia del río Atrato²

La evaluación fisicoquímica y ecológica de aguas costeras realizada por el IIAP en el golfo de Urabá mostró el estado de la calidad del agua en esta zona como resultado de la influencia ejercida por el río Atrato (bocas El Roto), al igual que su estado de conservación

² Preparado por el IIA – Subdirección de Investigaciones. Giovanni Ramírez, Lady Vargas Porras, Yirlesa Murillo H., Zoraida Quesada M., Mayra Becerra. Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó biogeográfico. Línea de investigación: Conocimiento y evaluación integral de la calidad del recurso hídrico.

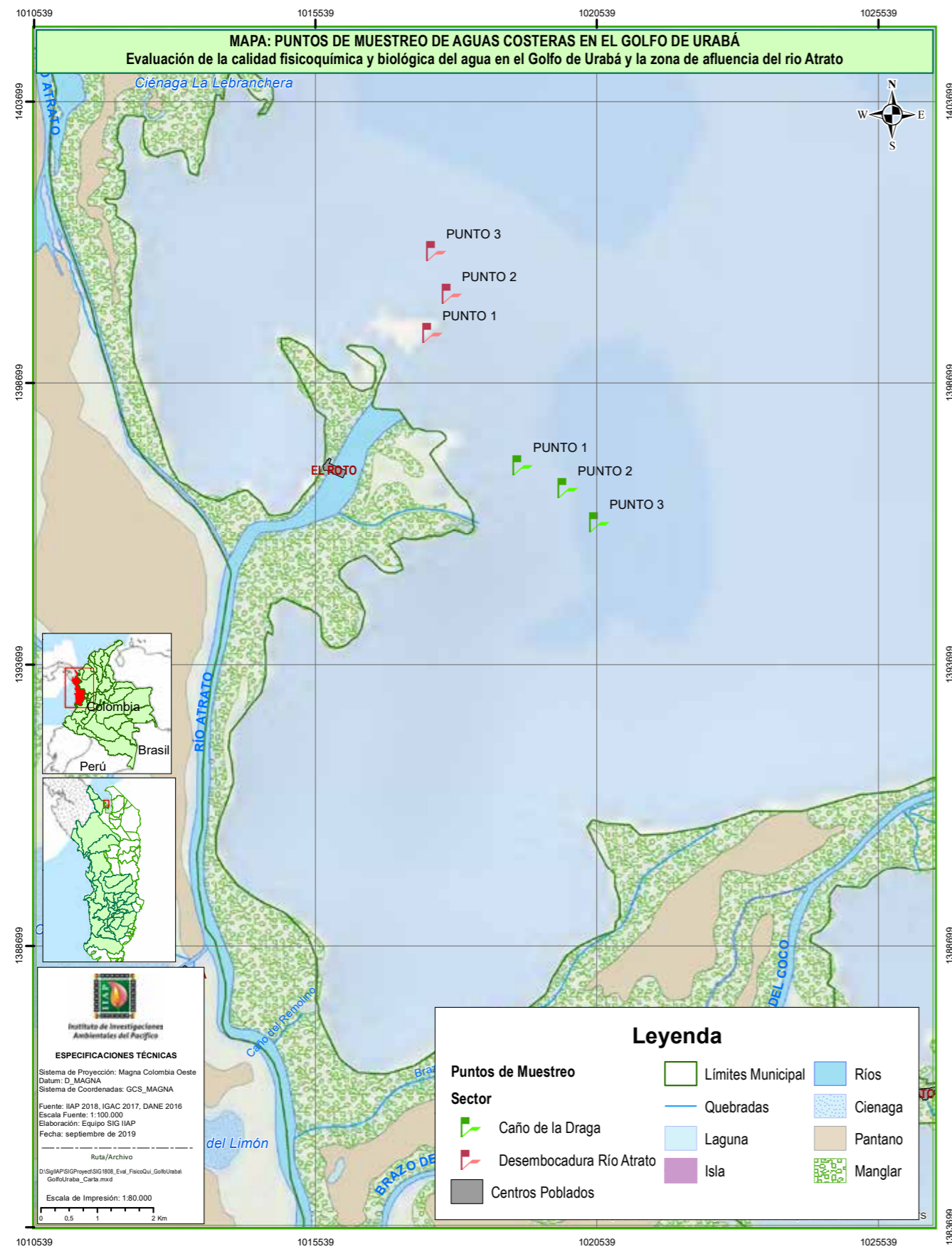


 Bocas El Roto, río Atrato

como ecosistema prioritario para el establecimiento de organismos acuáticos a partir de un análisis integral de indicadores fisicoquímicos y biológicos. Se presentan los resultados de la evaluación y monitoreo de la calidad fisicoquímica y ecológica de aguas costeras en el golfo de Urabá en dos sectores de la boca El Roto (río Atrato): La Playita y Caño de la Draga.

Los datos registrados corresponden a mediciones realizadas en dos momentos, el primero correspondiente al mes de septiembre y el segundo a octubre de 2018. En ambos momentos se realizaron muestreos en condiciones de marea alta y marea baja, para un total de 4 [67]. Los resultados de la evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas costeras del Golfo de Urabá, en la zona de mayor influencia del río Atrato, muestran aguas turbias, que dan lugar a niveles altos de sólidos totales (96 a 33.546 mg/l), fosfatos (0,11 a 2,5 mg/l), DBO (1,5 a 8,49 mg/l), coliformes totales (565 a 241,960 NMP/100 ml) y bacterias fecales (10 a 10,900 NMP/100 ml), variables con concentraciones críticas tanto en aguas continentales como de mar.

La clasificación del ICA (regular a buena) y el Icotro (hipereutrófico) indican una clara alteración en las condiciones de la calidad del agua, producto de una presión importante derivada de la práctica de actividades urbanas, mineras, agrícolas (cultivo de banano), la desviación de cauces fluviales, la extracción intensiva de materiales de playa y la construcción inadecuada de obras de defensa, lo que acelera procesos erosivos y condiciona la calidad ecológica del agua en el golfo. Aunque el análisis estadístico mostró una marcada separación en los datos fisicoquímicos continentales y costeros, se evidenció que variables como coliformes totales, E. coli y fosfatos están fuertemente asociados



Mapa de puntos de muestreo golfo de Urabá



Boca El Roto, río Atrato, golfo de Urabá

con la zona costera, lo que denota una marcada influencia del río Atrato sobre esta zona.

Ecológicamente se encontró que el sistema está dominado por diatomeas y cianobacterias, estas últimas reconocidas por ser indicadoras de cambios en las condiciones ambientales asociados a elevadas concentraciones de fosfatos, amonio y altas temperaturas.

Su alta densidad es una de las alteraciones comúnmente asociadas a la eutrofización en las zonas de influencia costera, lo cual puede afectar la estructura comunitaria del fitoplancton (diversidad baja y alta dominancia). Asimismo, la alta dinámica en el transporte de nutrientes y las condiciones oligohalinas frecuentes en las desembocaduras de los ríos en la zona costera contribuyeron con la dominancia de macroinvertebrados de las clases Insecta (51,81%) y Crustácea (38,63%).

En conclusión, las condiciones de calidad del agua en el golfo de Urabá y su área de influencia en el sector El Roto están presionadas por el río Atrato y responden a la tipología de los vertimientos que recibe el sistema continental, a su dinámica hídrica y a las variaciones climáticas⁵.



Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia, está disponible en <http://siam.invemar.org.co/redcam>.

⁵ Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP). 2018. Evaluación de la calidad fisicoquímica y biológica del agua en el golfo de Urabá y la zona de afluencia del río Atrato. Documento técnico. Diciembre de 2018. 61 págs. [67].

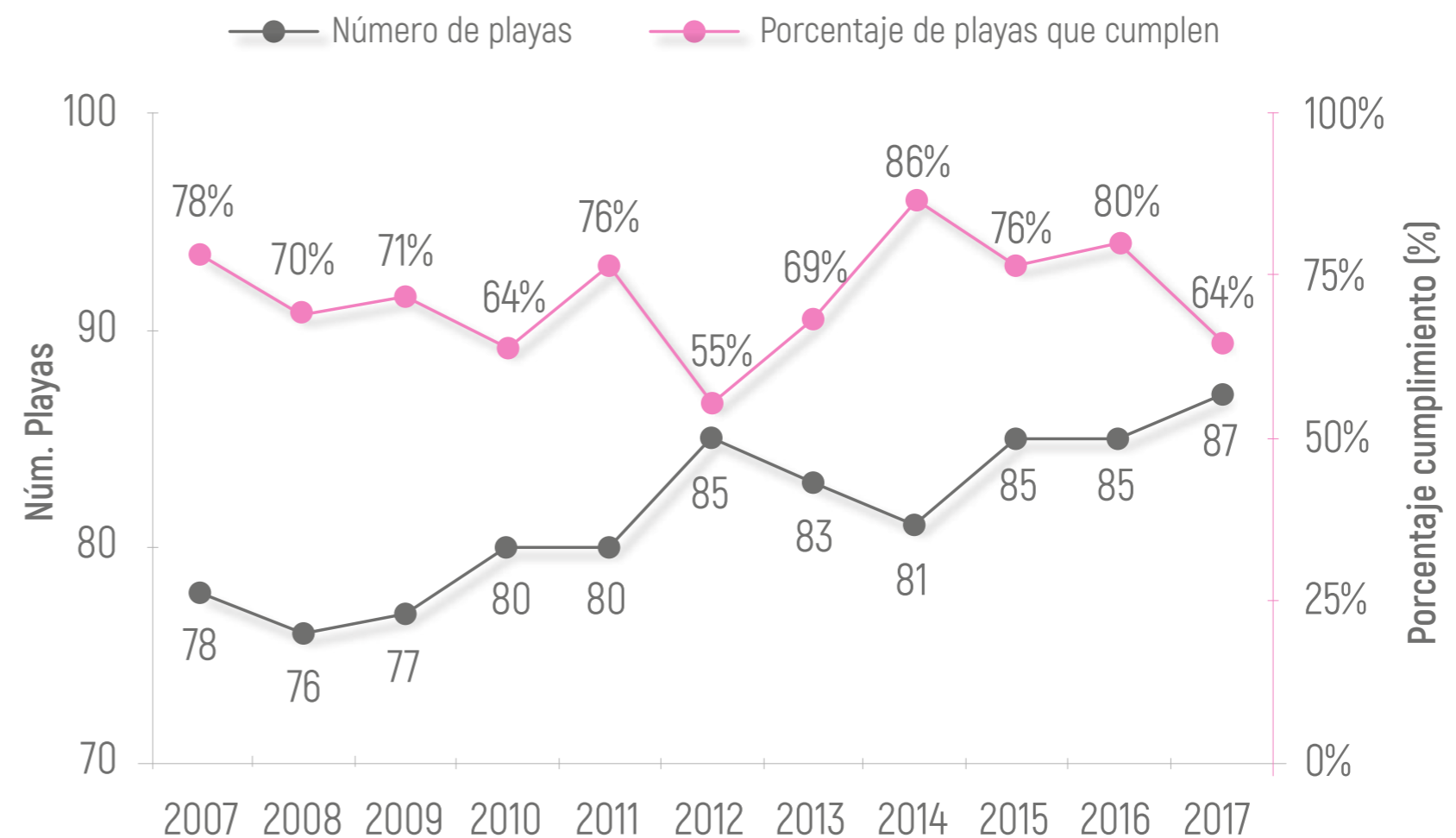
CALIDAD DE AGUAS DE BAÑO EN PLAYAS TURÍSTICAS⁶

Desde el 2001, en el marco del programa nacional de monitoreo de la Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia (Redcam), el Invemar y las corporaciones autónomas regionales con jurisdicción en zonas costeras realizan la evaluación de la calidad del agua en playas con uso turístico



Figura 4.2

Proporción de playas turísticas que cumplieron con los criterios de calidad microbiológica para uso recreativo evaluadas entre 2007 y 2017.



Fuente: Invemar-Redcam (2018) [10].

⁶ Preparado por Invemar: Max Martínez Campo

a nivel nacional. La información obtenida del monitoreo alimenta el Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia, la cual está disponible para las autoridades ambientales y público en general.

Para la evaluación de la calidad del agua en las playas turísticas se utilizan los coliformes termotolerantes (CTE) como indicadores de contaminación de origen fecal, estos se comparan con el criterio de calidad de 200 NMP/100 ml, establecido por la legislación nacional (Decreto 1076 de 2015 [9]) como valor por debajo del cual el agua es apta para actividades por contacto primario como natación y buceo.

Los resultados del 2017 mostraron que tan solo el 64% de las 87 playas evaluadas cumplieron con los criterios de calidad y eran aptas para uso recreativo (figura 4.2), evidenciando una marcada disminución en el porcentaje de cumplimiento, que confirma el deterioro de calidad del agua de baño. El análisis departamental



indicó que los departamentos de Chocó, Antioquia y Nariño presentaron los mayores incumplimientos; no obstante, en el Caribe las playas del Urabá antioqueño (6 de 7) y Sucre (5 de 10) es superior el número de las que se monitorearon y que no cumplieron con el criterio de calidad.

ESTADO DE LAS FORMACIONES CORALINAS⁷

Los arrecifes coralinos son estructuras tridimensionales creadas por diminutos seres llamados pólipos, que secretan carbonato de calcio, con el que modifican el fondo marino, propios de aguas someras y cálidas [11], [12], [13], llegando incluso a tener presencia a los 6.000 m, en los que la luz está ausente [14]. Hoy por hoy es el ecosistema emblemático de la humanidad por tener estructuras milenarias y albergar el 25% de la biodiversidad marina conocida [15]. Aproximadamente depende 850 millones de personas que obtienen algunos de los beneficios que directa e indirectamente estos proveen y pese a lo cual tienen serias amenazas de origen antrópico y naturales contra su conservación [16].



En el Caribe, el 70% de las playas evaluadas, es decir 48 de 69, eran aptas para uso recreativo de contacto primario, y en el Pacífico solo el 44%, 8 de 18.


⁷ Preparado por Invemar: Raúl Navas Camacho, Juan David González Corredor, Andrés F. Acosta Chaparro, Laura Sánchez Valencia, Diana Isabel Gómez López y David Alonso Carvajal.

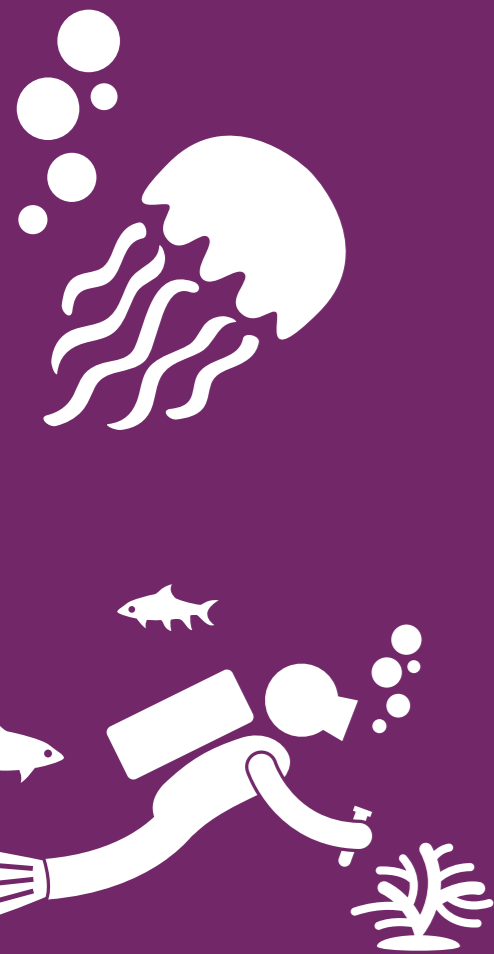


Entre los bienes y servicios que ofrecen están suplir de hábitat, alimento y protección a más del 25% de especies marinas [18], generan para la humanidad desde protección costera, alimento y hasta ingreso de divisas por buceo y turismo. Son a la vez epicentros de biodiversidad y valor paisajístico [19] y están representados monetariamente en miles de millones de dólares por kilómetro cuadrado y en cientos de trabajos asociados a la economía del turismo [20], [16].

Las áreas coralinas han sido exploradas con mayor detalle en aguas someras hasta los 30 m de profundidad, tanto en el Caribe como en el Pacífico [17].



 Formaciones de corales masivos de *Orbicella annularis* en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (PNNCRySB). Foto: Juliana Vanegas, Invemar.



Las áreas **coralinas** se encuentran ubicadas principalmente en la región insular en el **archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina**, así como en el borde costero en las zonas de bahía Portete, el sector de **Chocó Darién** y los **parques nacionales naturales Tayrona y corales del Rosario y San Bernardo**.

En el **Pacífico**, los sitios más representativos son **Punta Tebada**, en la ensenada de **Utría**, y las islas **Gorgona y Malpelo**, en las que la cobertura viva de las áreas coralinas es la más alta del país, presentando estados entre “bueno y deseable” en una proporción mayor al 40% [21].

Los **arrecifes de coral en Colombia** abarcan una extensión total de **290.000 ha**, de las cuales aproximadamente 109.100 comprenden fondos con alta cobertura coralina, donde la estructura del ecosistema es conspicua⁸ [22].

⁸ Es decir que es visible o manifiesto al alcance visual natural de los seres humanos, en contraste con los corales de profundidad o mesofóticos, que no lo son.



Para estimar el estado y la condición de los ecosistemas coralinos se utiliza el Indicador de Condición Tendencia de áreas coralinas (ICT_{AC}), el cual, con series de -datos anuales, establece las tendencias de la estructura ecológica en áreas coralinas de hasta 30 m de profundidad a partir de cuatro variables biológicas: cobertura de coral duro vivo, cobertura de macroalgas frondosas y tapete algal, biomasa de peces arrecifales carnívoros: pargos, chernas y meros, y biomasa de peces herbívoros: loros y cirujanos [23].

La calificación de la condición general de integridad biótica de los arrecifes coralinos (ICT_{AC}) se encuentra entre 5 y 1 (tabla 4.2), donde los valores más altos reflejan áreas coralinas conservadas y estables (condición general de integridad biótica “deseable”, “buena” y “regular”) y los valores más bajos señalan deterioro en el ecosistema arrecifal de coral (condición general de integridad biótica en “alerta” y “no deseable”).



Tabla 4.2

Escala de valoración del indicador de condición tendencia de Áreas Coralinas (ICT_{AC}).

Condición general de integridad	Valor ICT _{AC}
Deseable	4,21 - 5,00
Buena	3,41 - 4,20
Regular	2,61 - 3,40
Alerta	1,81 - 2,60
No Deseable	1,00 - 1,80

Fuente: (Rodríguez-Rincón et al., 2014) [23].

En 2017 se monitorearon **11** áreas coralinas en Colombia, 8 en el Caribe colombiano (56 estaciones) y 3 en el Pacífico (19 estaciones).

34% de las estaciones presentó condiciones (ICT_{AC}) entre deseables y buenas

El 28% de las estaciones en el Caribe exhibió condiciones (ICT_{AC}) entre alerta y no deseables y solo el **5%** en el Pacífico.



Figura 4.3

Estaciones de monitoreo coralino evaluadas en el 2017 en el Caribe colombiano con el índice de condición tendencia (ICT_{AC}) (A. Estaciones San Andrés, B. Providencia Coralina. C. PNN Old Providence McBean Lagoon. D. PNN Bahía Portete-Kaurrele, E. PNN Tayrona. F. Isla del Rosario. G. Islas de San Bernardo, y H. Chocó Darién).

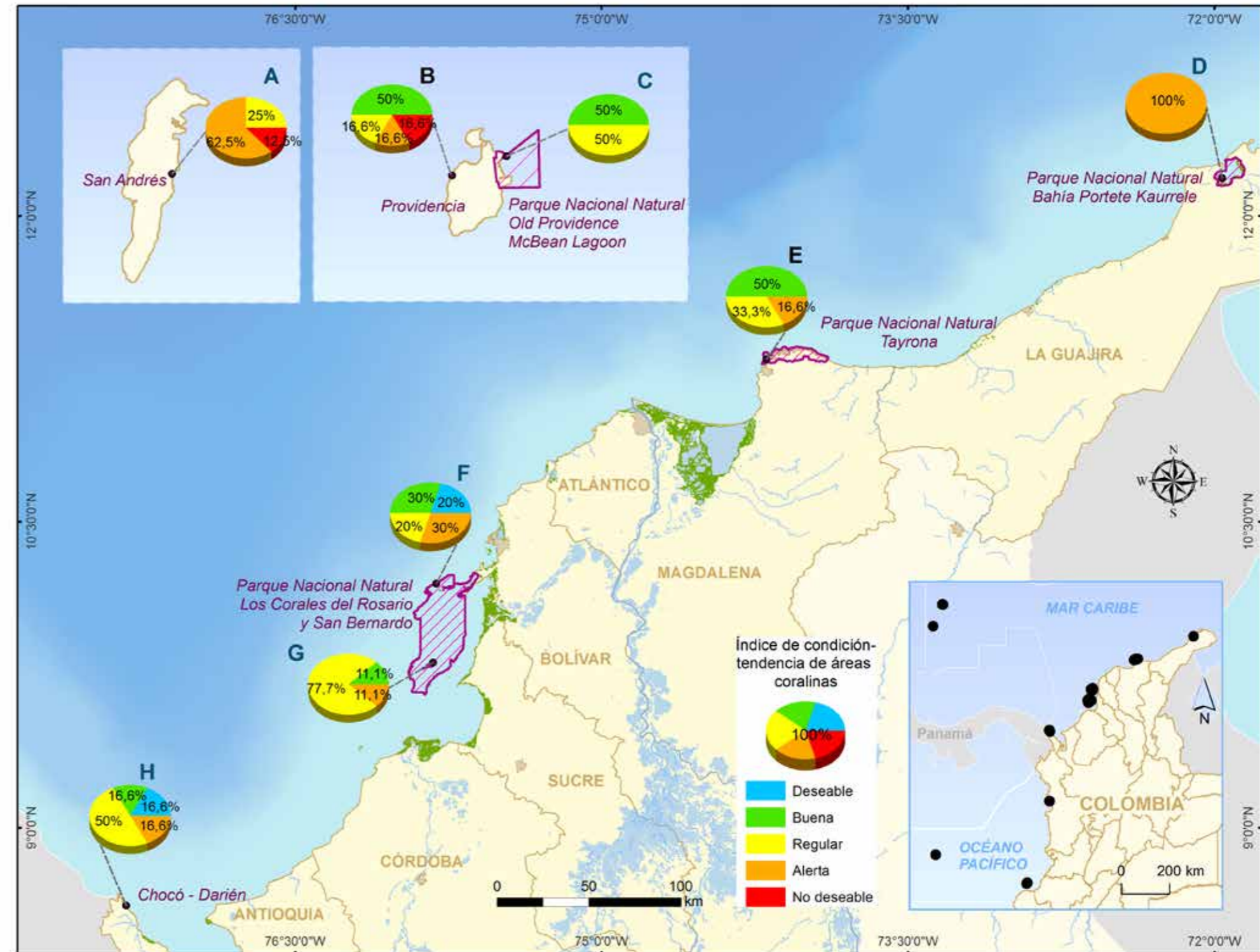
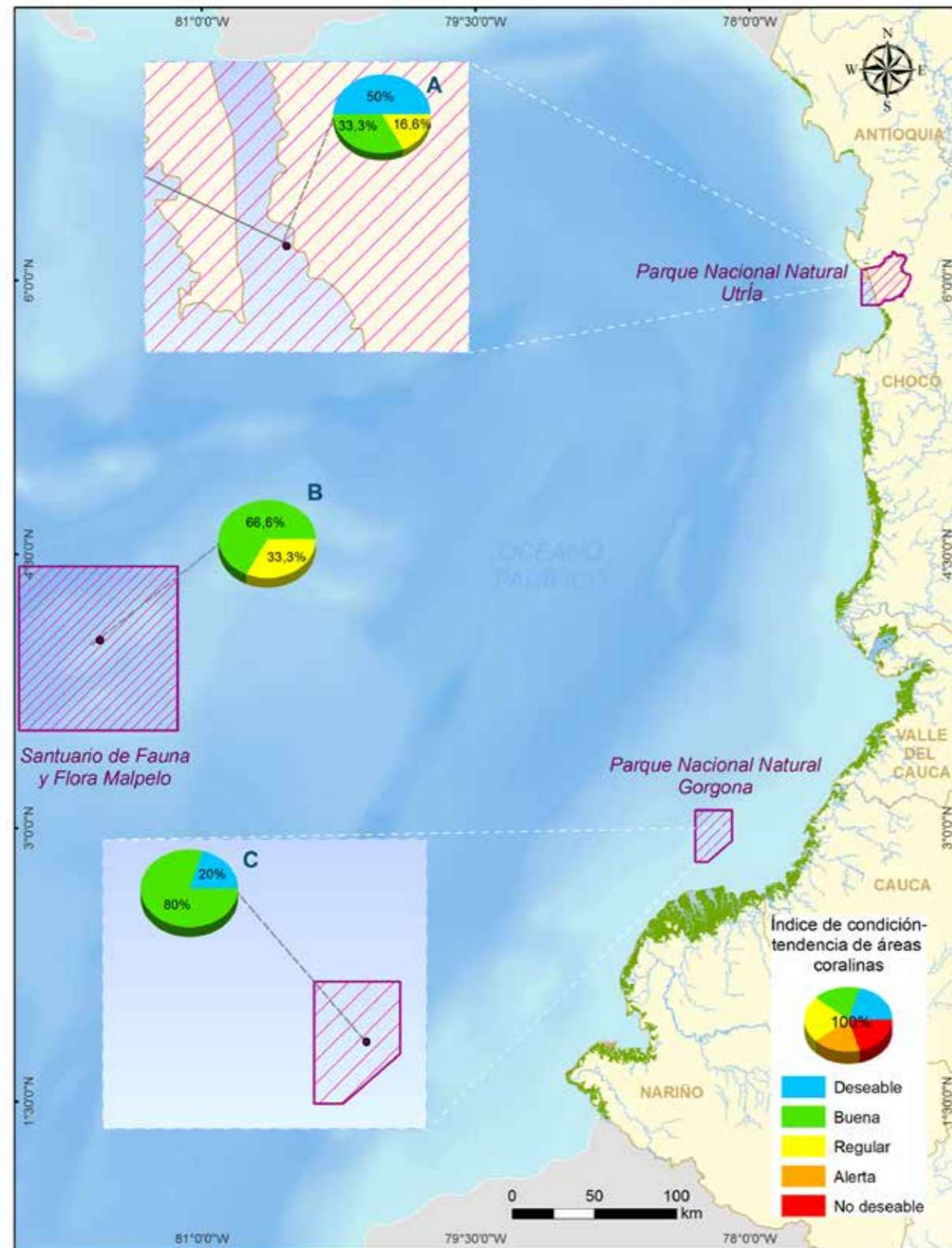




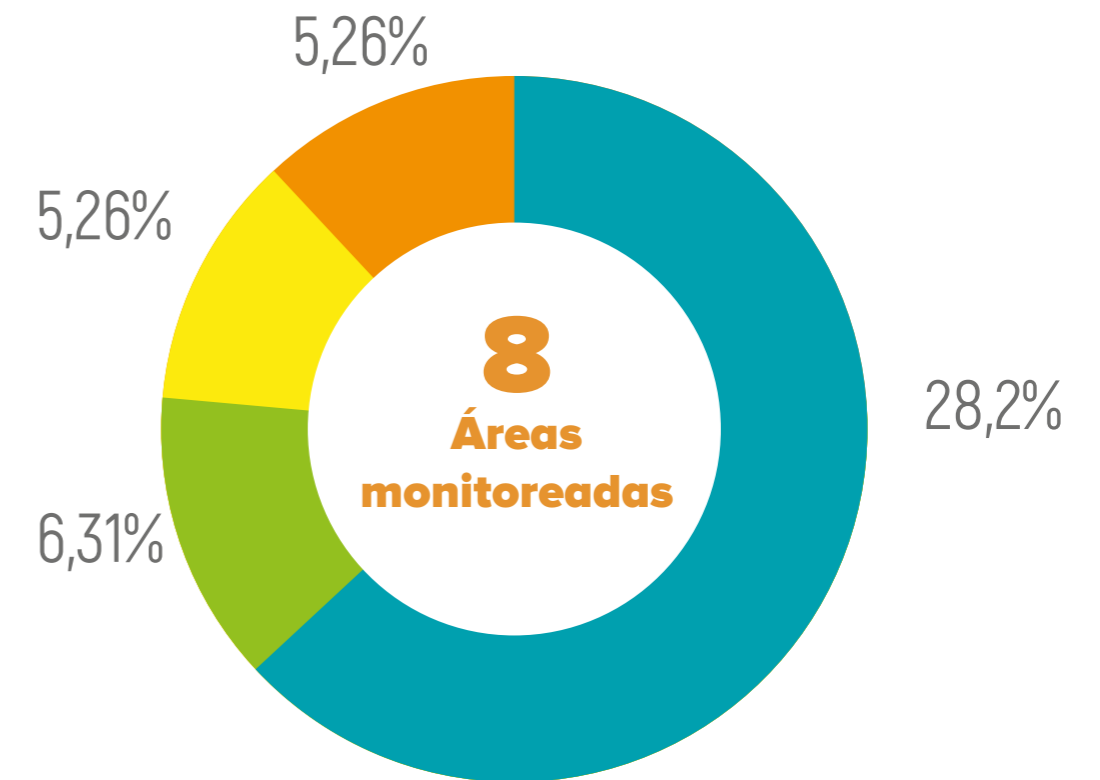
Figura 4.4

Estaciones de monitoreo coralino evaluadas en el 2017 en el Pacífico colombiano con el índice de condición tendencia (ICT_{AC}) (estaciones A. PNN Utría, B. SFF Malpelo, C. PNN Gorgona).



ICT_{AC} - Pacífico 2017

- Deseable
- Buena
- Regular
- Alerta
- No deseable



ICT_{AC} - Caribe 2017

- Deseable
- Buena
- Regular
- Alerta
- No deseable

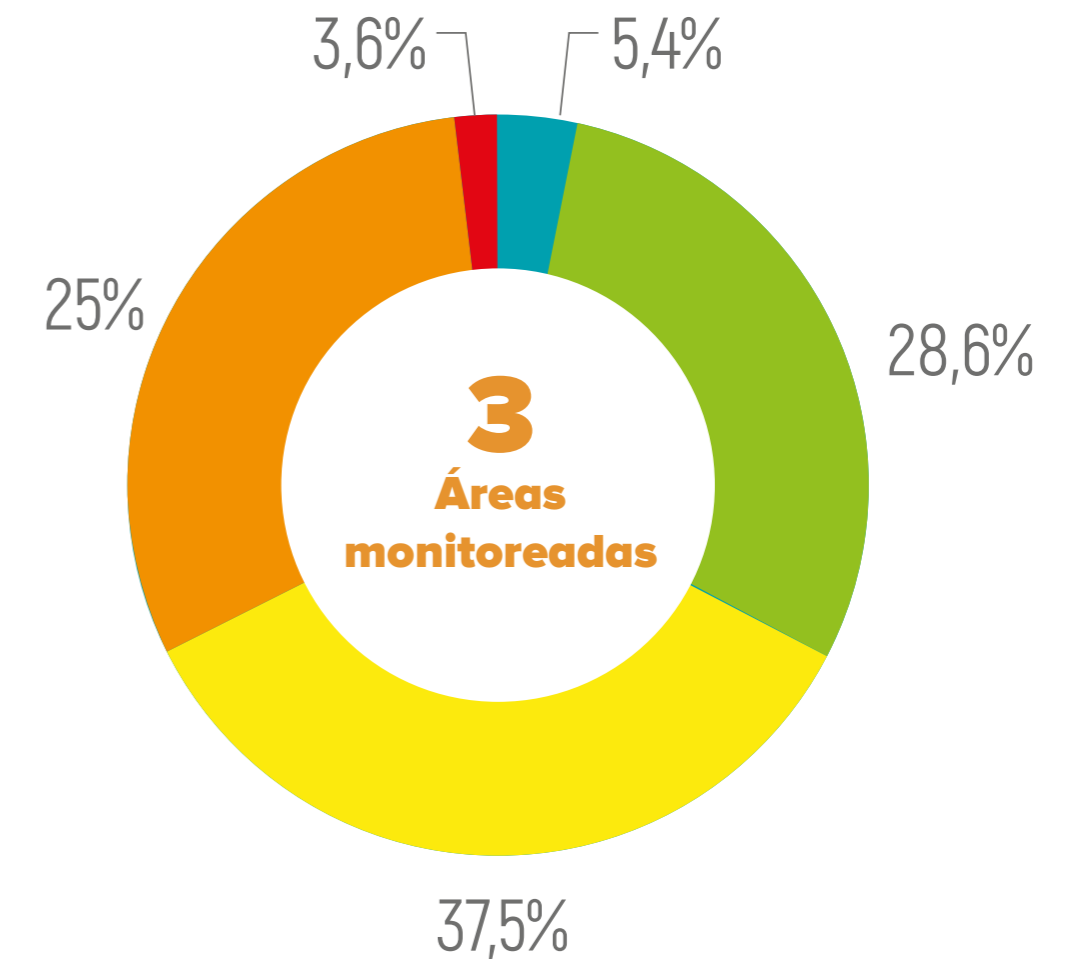
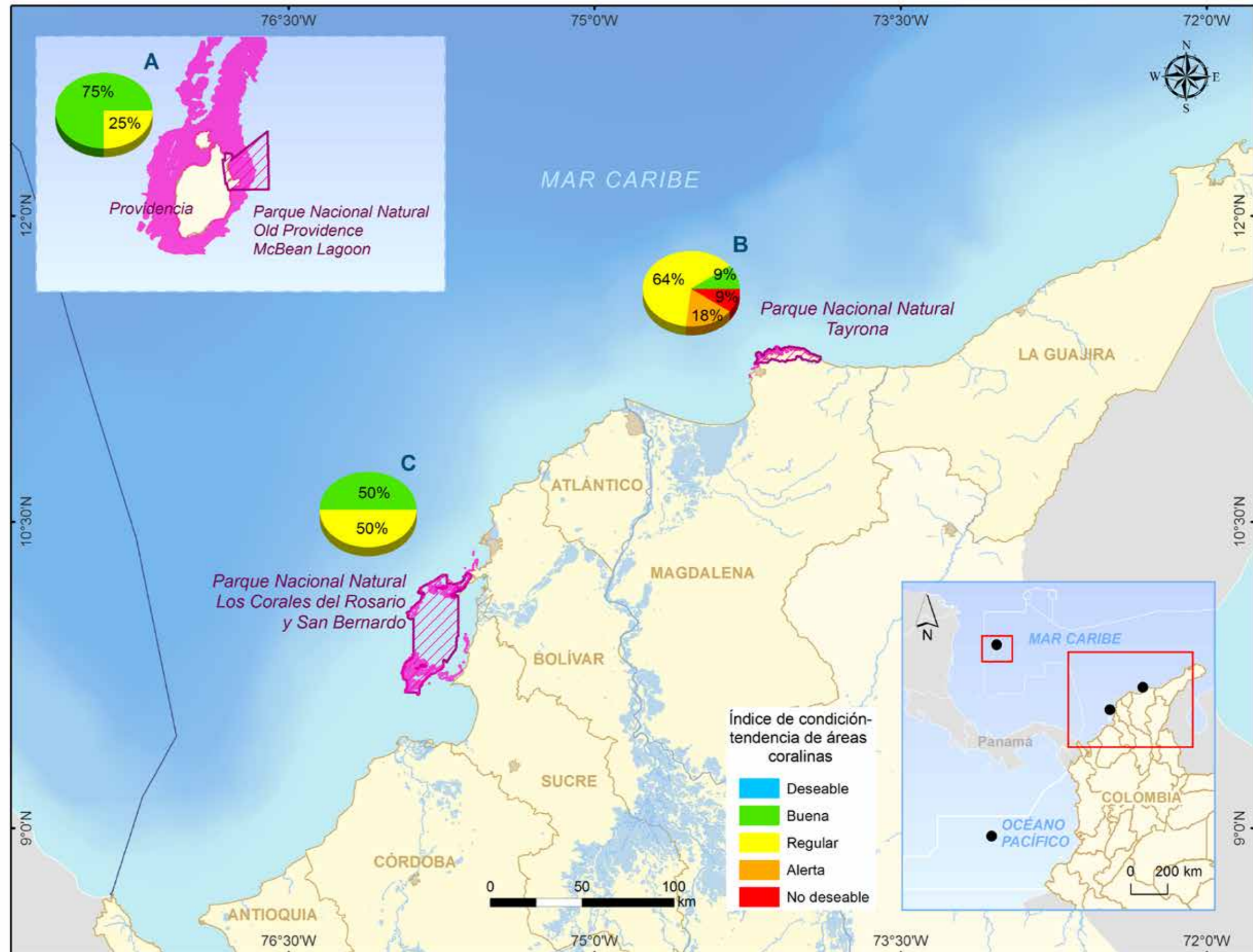




Figura 4.5

Estaciones de monitoreo coralino evaluadas en el 2018 en el Caribe colombiano con el índice de condición tendencia ICT_{AC} : A. PNN Old Providence McBean Lagoon, B. PNN Tayrona y C. PNNCR y SB.

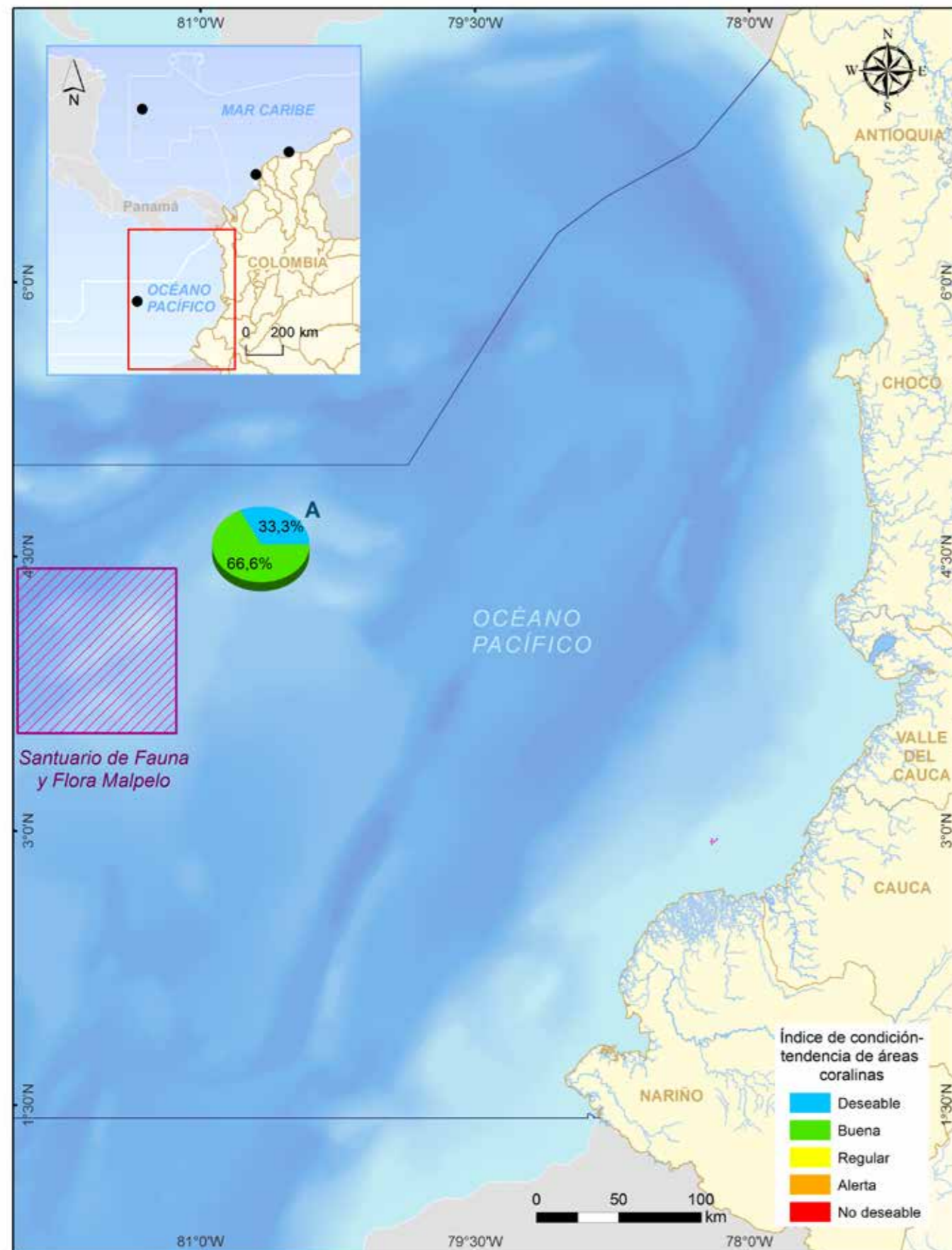


Las amenazas que se ciernen sobre las áreas del Caribe están relacionadas con blanqueamiento, incidencia de enfermedades, presencia de especies invasoras, de plumas de aguas turbias, competencia con esponjas y macroalgas y en menor proporción con afectaciones naturales como tormentas y sedimentación [24]; mientras que para el Pacífico colombiano son las afectaciones naturales las que inciden principalmente en el estado del ecosistema, causadas por movimientos telúricos y exposición durante las horas del día a bajas mareas extremas (pujas).



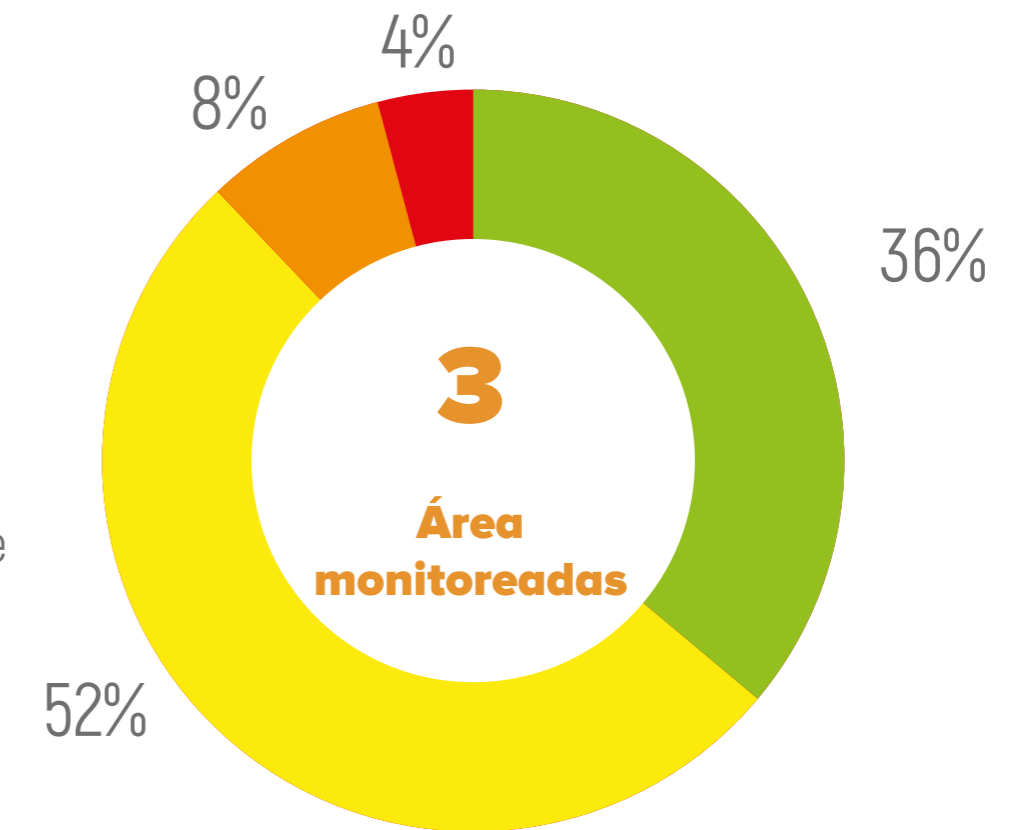
Figura 4.6

Estación de monitoreo coralino en el Pacífico colombiano evaluada en el 2018 con el índice de condición tendencia (ICT_{AC}) (estación SFF Malpelo).

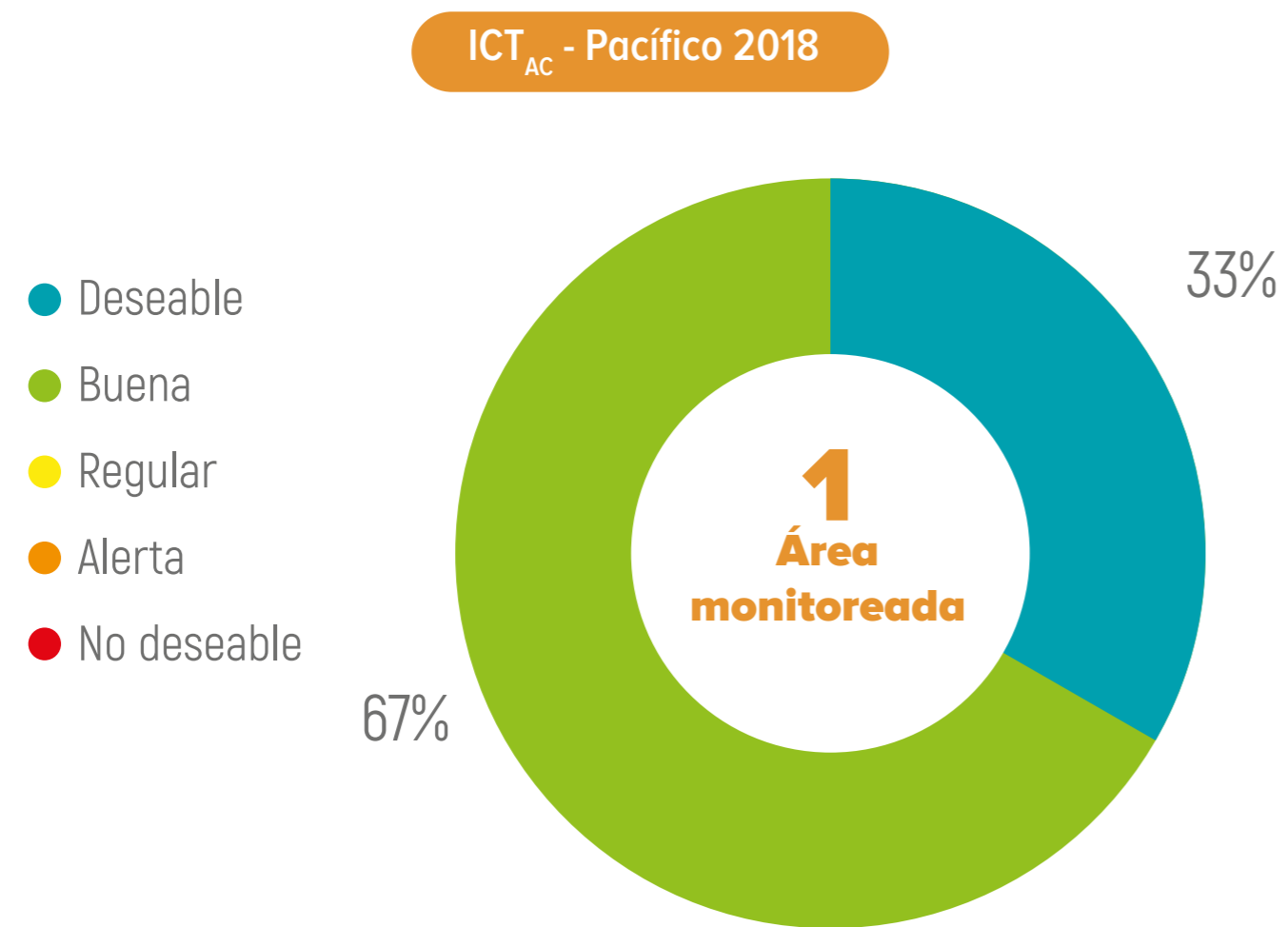


ICT_{AC} - Pacífico 2018

- Deseable
- Buena
- Regular
- Alerta
- No deseable



En el 2018 se logró el monitoreo únicamente en el 36% de las localidades establecidas. Comparativamente, en relación con el 2017, el Parque Tayrona presentó disminución de la cobertura coralina y de biomasa de peces carnívoros, repercutiendo en el número de las estaciones en estado “alerta y no deseables”. En las islas del Rosario y McBean Lagoon las condiciones registradas fueron muy similares a las del 2017 (>50% en estados bueno y regular).



El Pacífico registró en 2018 mejores condiciones que en el año anterior; las estaciones de Malpelo fueron consideradas “deseables y buenas”, las cuales estuvieron relacionadas con la variación de la cobertura viva coralina y con los cambios en los registros de peces carnívoros en las zonas de estudio [25]



Áreas coralinas del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Formación dominada por *Orbicella faveolata*. Foto: Andrés Acosta (Invemar).

ESTADO DE LOS PASTOS MARINOS⁹

Son las únicas plantas marinas representantes de las angiospermas (plantas con flores, frutos, hojas, tallos y raíces). Existen alrededor de 60 especies en el mundo; en Colombia están representadas seis de las nueve especies del Gran Caribe. Por su ubicación en las áreas someras del mundo, son de gran importancia dado que son indicadores del estado de salud de las zonas costeras y a su vez generan servicios ecosistémicos de protección contra la erosión [26]. También son hábitat y alimento para diversas especies de interés comercial [27], proveen oxígeno a la columna del agua, mantienen la biodiversidad de organismos y son uno de los ecosistemas considerados con mayor capacidad de secuestro de carbono frente a otros ecosistemas terrestres [28],[29],[30]. En Colombia se registran de manera intermitente a lo largo de la línea costera del Caribe entre los 0 y 15 m de profundidad con una extensión aproximada de 66.132,47 ha [31].

El indicador de condición tendencia de pastos marinos (ICT_{PM}) evalúa la condición general de integridad biótica y por tanto del estado de conservación de praderas de pastos marinos y sus cambios a través del tiempo [32]. Este indicador está siendo evaluado desde el año 2013 mediante la metodología adaptada de Seagrass

⁹ Preparado por Invemar: Diana Isabel Gómez López, Laura Sánchez Valencia, Andrés F. Acosta Chaparro, Juan David González, Raúl Navas Camacho.



En **Colombia** se encuentran tres familias y **seis especies de pastos marinos**, de las cuales *Thalassia testudinum* (pasto tortuga) es la más frecuente y representativa [34].

Praderas de pastos marinos del Caribe colombiano y su fauna asociada. (Abajo). Pradera de pastos mixta de San Andrés. (Arriba). Estrella de mar *Oreaster reticulatus*. Fotos: Andrés Acosta (Invemar).

Net [33] con el fin de generar los valores de referencia. Actualmente se cuenta con dichos valores para la densidad de vástagos de *Thalassia testudinum* (tabla 4.3) y la afectación por el hongo *Labyrinthula* sp. (tabla 4.4) [32].



Tabla 4.3

Escala de valoración preliminar de referencia para la densidad de vástagos del ICT_{PM}. En la actualidad el índice se encuentra en proceso de evaluación.

Condición general de referencia para densidad de vástagos y pastos marinos	Equivalente para el (ICT _{AC})	Densidad de vástagos / m ²
Deseable	5	>451
Buena	4	351 - 450
Regular	3	200 - 350
Alerta	2	126 - 199
No Deseable	1	<125

Fuente: Gómez-López, 2017 [35].



Tabla 4.4

Escala preliminar de referencia para la afectación de *Labyrinthula* sp. del ICT_{PM}.

Condición general de referencia para afectación por <i>Labyrinthula</i> sp.	Equivalente para el (ICT _{PM})	%Afectación	% Mortalidad/ estación
Deseable	5	<30	0 - 5
Buena	4	31 - 40	6 - 20
Regular	3	41 - 60	21 - 40
Alerta	2	61 - 89	41 - 70
No Deseable	1	>90	71 - 100

Fuente: Gómez-López, 2017 [35].



Figura 4.7

Estaciones de monitoreo de pastos marinos evaluadas en el 2017 en el Caribe colombiano con el ICT_{PM}: (A. Providencia, B. PNN Portete-Kaurrele, C. La Guajira, D. PNN Tayrona, E. PNNCR y SB y F. Chocó Caribe).

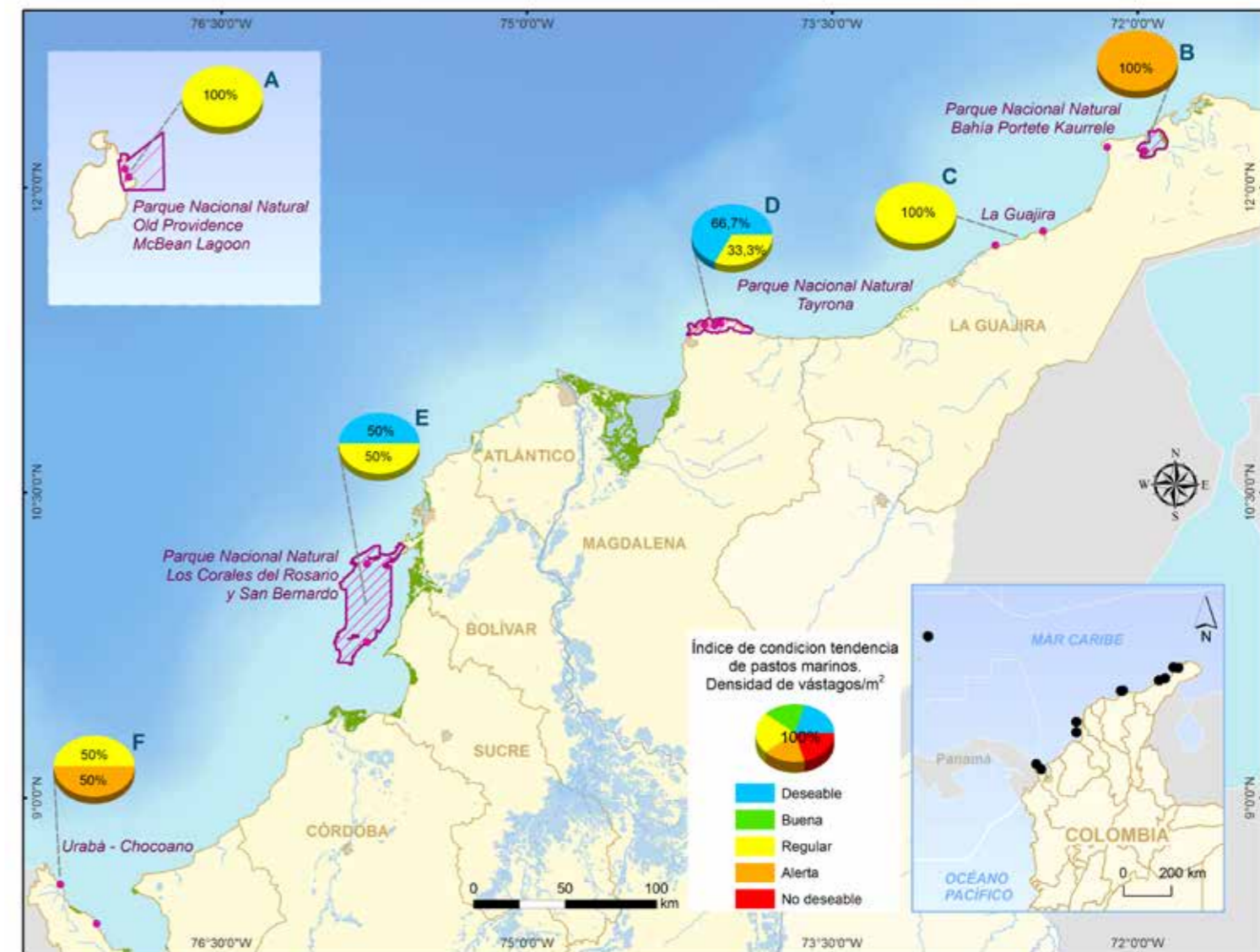
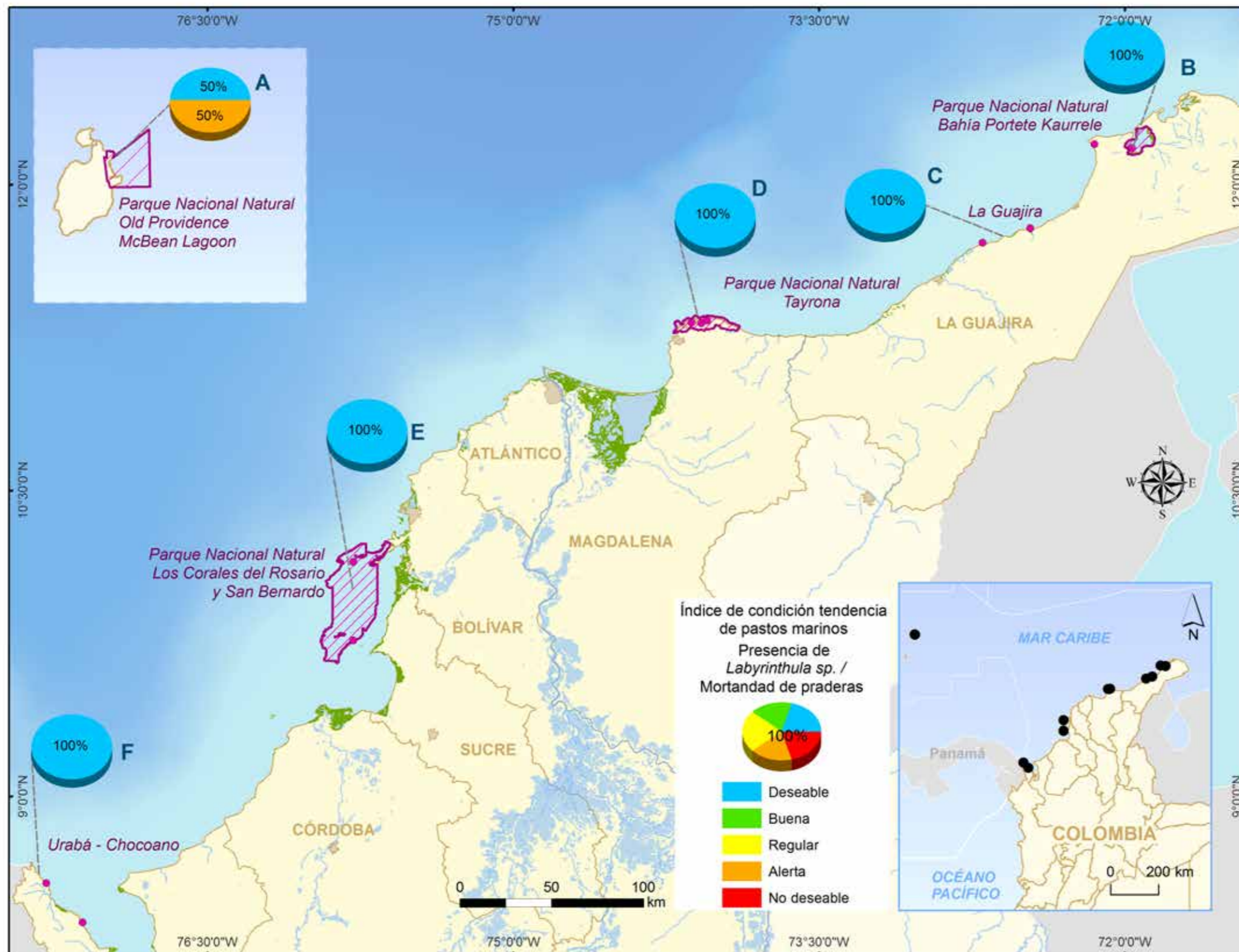




Figura 4.8

Estaciones de monitoreo de pastos marinos evaluadas en el 2017 en el Caribe colombiano con el ICTPM (izq.: densidad de vástagos, der.: presencia del hongo *Labyrinthula* sp.) (A. Providencia, B. Postear-Kaurrele, C. La Guajira, D. PNN Tayrona, E. PNNCR y SB y F. Chocó Caribe).



Durante la evaluación del 2017 se evidenció que el 69% de las estaciones se hallan en estado regular para la densidad de vástagos, que no fue atribuida a impactos antrópicos o naturales, sino más bien a la dinámica natural anual de las plantas.

En relación con el hongo *Labyrinthula*, en el 92% de las estaciones no fue registrado, excepto en una estación del PNN McBean Lagoon, que dada su intermitente presencia en el sector del parque, podría estar significando una particularidad en la calidad del agua que favorece su presencia de manera temporal



Banco de imágenes Imprenta Nacional, AdobeStock - hamacas y cocoteros en la playa de San Luis, San Andrés.

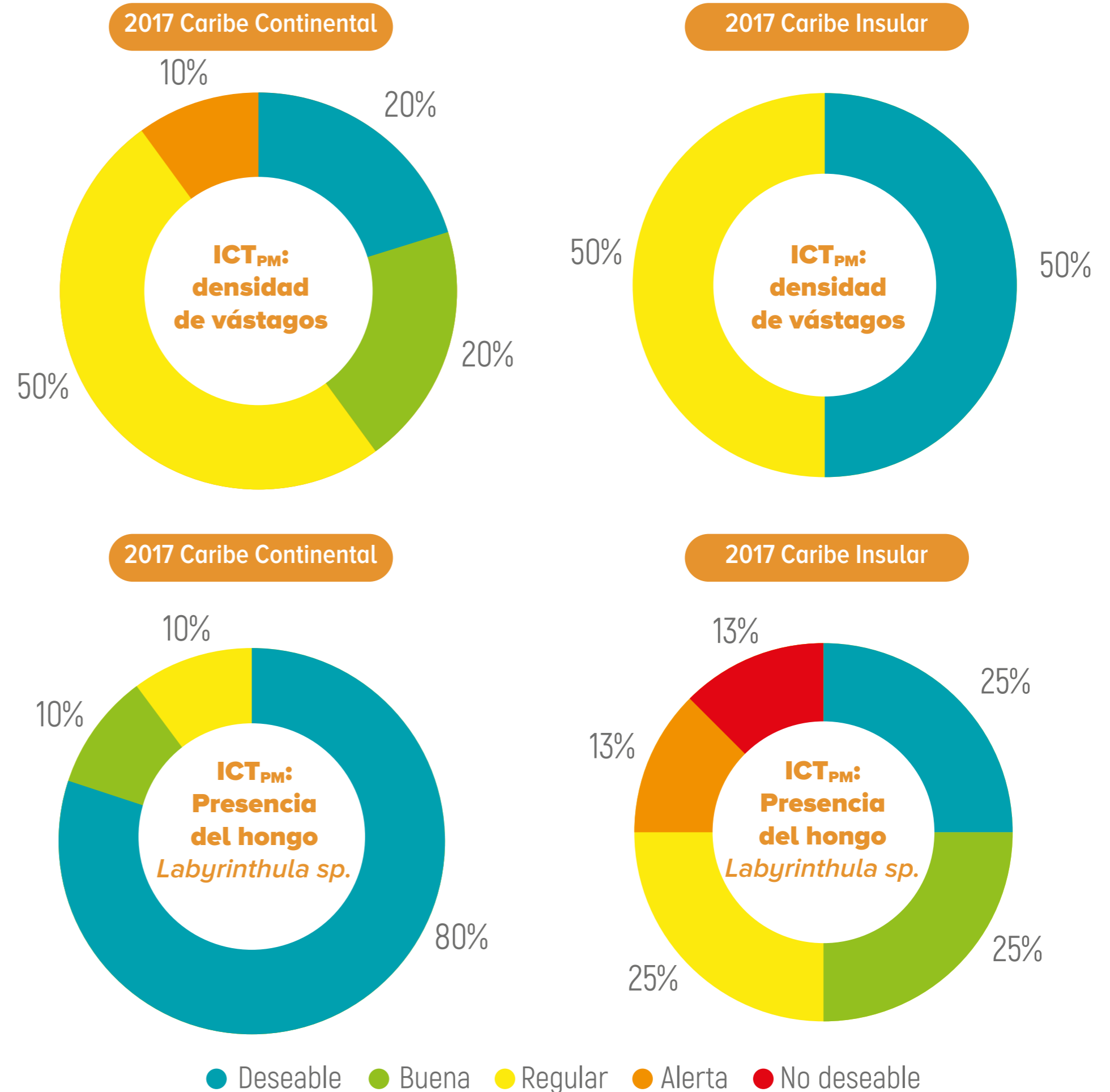




Figura 4.9

Estaciones de monitoreo de pastos marinos evaluadas en el 2018 en el Caribe colombiano con el ICT_{PM}. densidad de vástagos/m² de *Thalassia testudinum*, (A. San Andrés, B. Providencia PNN Old Providence McBean Lagoon, C. La Guajira, D. PNN Tayrona y E. PNNCR y SB).

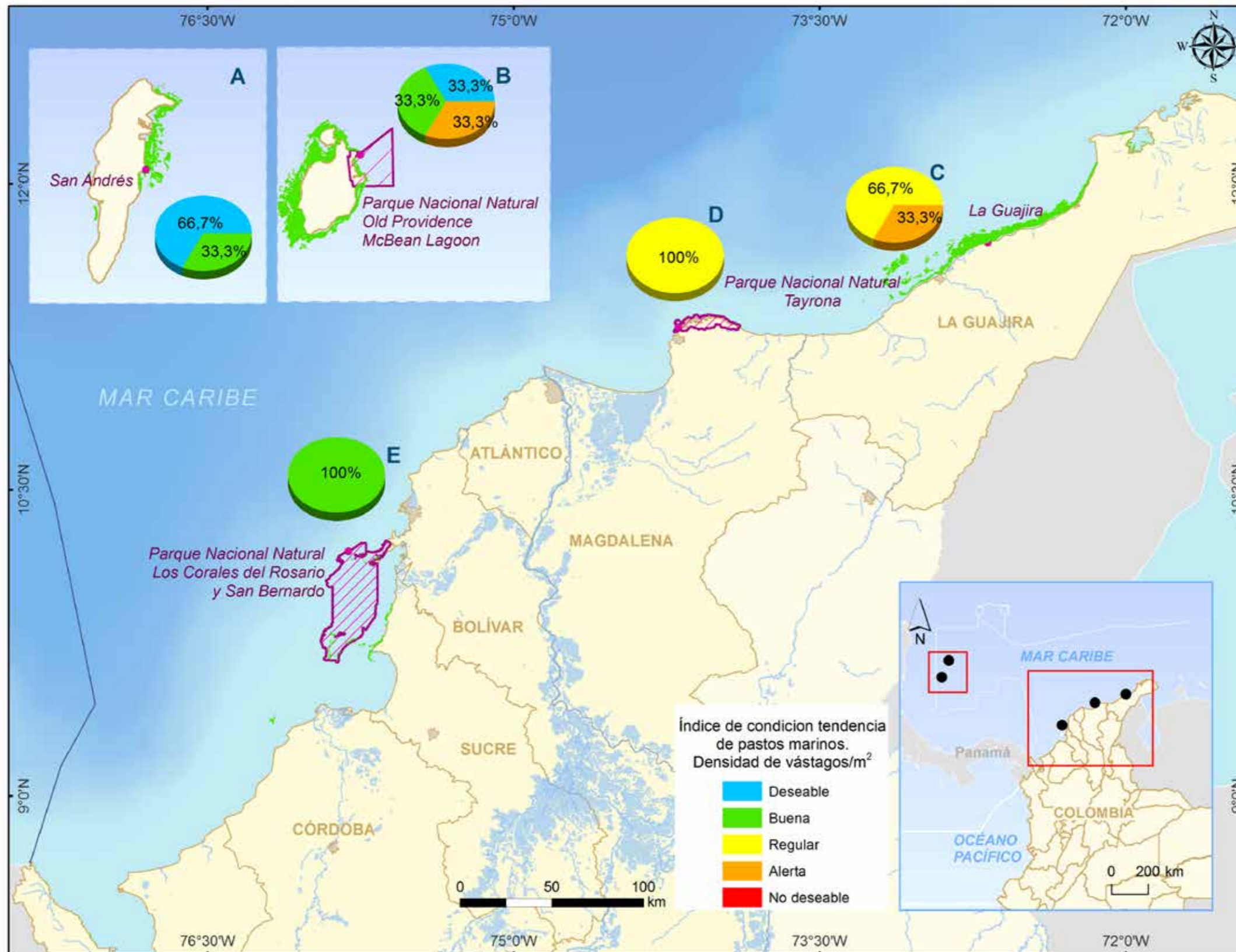
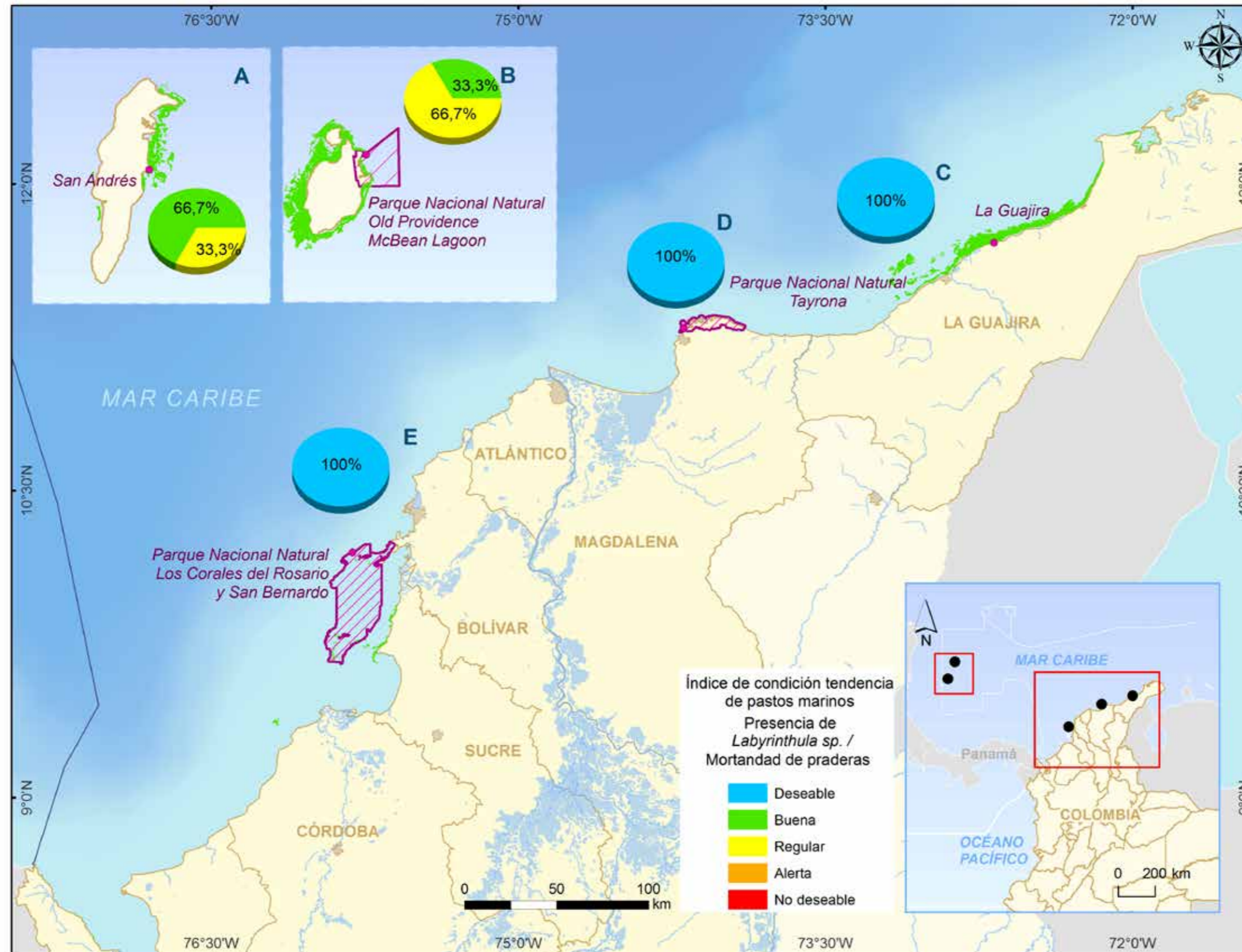




Figura 4.10

Estaciones de monitoreo de pastos marinos evaluadas en el 2018 en el Caribe colombiano con el ICT_{PM}. presencia del hongo *Labyrinthula* sp. (A. San Andrés, B. Providencia PNN Old Providence McBean Lagoon, C. La Guajira, D. PNN Tayrona y E. PNNCR y SB).



En la evaluación del 2018 se encontró que el indicador de densidad de vástagos en el Caribe insular mejoró notablemente respecto al 2017, presentando el 83% de las estaciones estados entre “deseable y bueno”, aunque un 17% de las estaciones permanecieron en estado “alerta”. En el Caribe continental se observó un 50% de estaciones en estado “regular” por un aumento de sepultamiento y fragmentación de las praderas encontrados en las estaciones, ocasionados por el anclaje y las propelas de embarcaciones, mientras que un 35% de las estaciones restantes presentaron estados de “no deseables y “alerta”, entre las que se registran algunas de La Guajira, por el efecto aún latente de bajas densidades a raíz de la influencia del paso del huracán Mathew, que las impactó en septiembre de 2016 [24].

Por su parte, el indicador de *Labyrinthula* sp. reportó estados deseables en el 83% de las estaciones monitoreadas en el Caribe continental; en las estaciones de San Felipe e Isleño y McBean, en la isla de Providencia (correspondientes al 50% de las estaciones), se registraron los estados “regular y alerta”. Estos resultados han sido repetitivos y temporales a lo largo de los años de monitoreo desde el 2014 en McBean Lagoon y desde el 2016 en el resto de las islas, lo que corrobora la hipótesis de la presencia en el agua de alguna sustancia que facilita la aparición temporal del hongo.

En la evaluación del 2018 se encontró que el indicador de densidad de vástagos en el Caribe Insular mejoró notablemente respecto al 2017, presentando el 80% de las estaciones estados entre “deseable y bueno”



ESTUDIO DEL CASO CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA

En la última década y en el periodo de análisis cabe resaltar la alta frecuencia de fenómenos de “El Niño” desde 2004 a 2018, se presentaron seis eventos, 2004-2005 (débil), 2006-2007 (débil), 2009-2010 (moderado), 2014-2015 (débil), 2015-2016 (muy fuerte) y 2018-2019 (débil).

Los manglares se afectan significativamente por las fuertes reducciones de precipitación y altas variaciones de la disponibilidad hídrica asociada a eventos “El Niño” especialmente 2014-2015 y 2015-2016 siendo este último uno de los tres más fuertes de la historia.

Es de anotar que según la NOAA, el evento cálido del 2014 se extendió desde octubre del 2014 hasta junio del 2016, con cerca de 21 meses cálidos, por lo anterior es importante citar los fuertes impactos sobre déficit hídrico en zonas de lagos, lagunas, ciénagas humedales, así como, de disponibilidad hídrica en otros sectores como el energético, agropecuario, acueductos, distritos de riesgo y en general afectaciones en todo el territorio Nacional.



Para ver el comportamiento e intensidades de El Niño y La Niña a través del tiempo, lo invitamos a consultar el link <https://ggweather.com/enso/oni.htm>

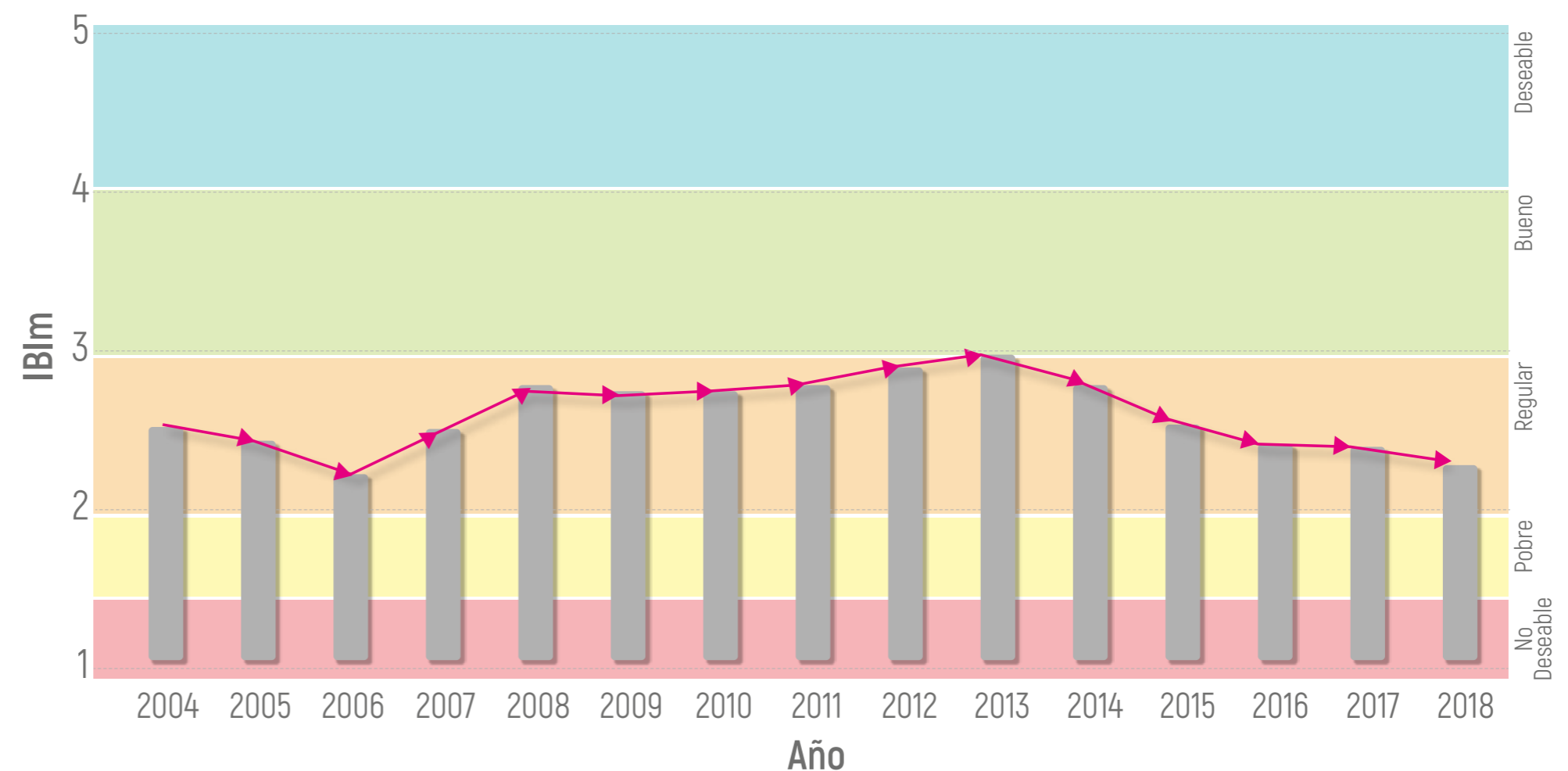
Estado de la integridad biológica de manglares¹⁰

El cálculo histórico de este indicador en diferentes sectores de manglar es importante para evidenciar la estabilidad del ecosistema, así como sus tendencias de afectación o recuperación. El indicador integridad biológica de manglar (IBIm) tiene en cuenta variables asociadas a atributos de función, estructura y composición para asignar una categoría de estado que varía entre “no deseable” (IBIm entre 1 y 1,5 unidades) y “deseable” (IBIm con valores mayores a 4 unidades) (figura 4.11).



Figura 4.11

El IBIm aplicado en la Ciénaga Grande de Santa Marta desde 2004 hasta 2018 basado en el promedio obtenido para cinco estaciones de monitoreo permanentes.



¹⁰ Preparado por Invemar: Alexandra Rodríguez Rodríguez y Julián Beltrán.

El cálculo en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) se basó en los datos obtenidos por el In-ve-mar en 5 localidades de monitoreo ubicadas en el área desde el año 2004 [37]. La mejora en las condiciones fisicoquímicas (menor salinidad en el agua de los intersticios del sedimento), así como el aumento en la disponibilidad de juveniles (plántulas y semillas), permitieron el incremento del IBlm hasta el año 2013, de modo que estaciones que estaban reportadas en 2004 con estado “pobre” alcanzaron estado “bueno” o “regular”. No obstante, a partir del año 2014 se observó una disminución del indicador, que se acentuó en los años 2016, 2017 y 2018, evidenciando la afectación de las características estructurales y funcionales del manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Las altas tasas de evapotranspiración en la localidad, en donde el déficit hídrico alcanza valores entre -211 mm/año en la parte sur y hasta -1.146,8 mm/año en la zona norte, junto con los patrones climáticos tipo ENSO [38], [39], así como el manejo inadecuado de las cuencas de los ríos Magdalena y los tributarios que provienen de la Sierra Nevada de Santa Marta y de los caños que transportan el recurso hídrico al interior del complejo [40], [41], generan condiciones de vulnerabilidad que propician el estrés fisiológico del bosque, afectando finalmente los componentes bióticos del sistema y por ende su salud e integridad.

En la Ciénaga Grande de Santa Marta se requiere continuar implementando acciones integrales y efectivas para su recuperación, así como el monitoreo especial durante fenómenos de variabilidad climática como El Niño, que generan cambios importantes en este ecosistema.

 Foto: CGSM-2019 INVEMAR Programa CAM.



Foto: CGSM-2019 INVEMAR Programa CAM.

En 2018 dos localidades mostraron “buen” estado, mientras otras dos localidades mostraron estado “no deseable” o “pobre reflejando la heterogeneidad en la conservación del bosque de manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Durante el año 2018, tres de las cinco localidades monitoreadas presentaron una disminución en el indicador, con dos de estas, mostrando estados “no deseados” o “pobres”, lo que probablemente se deba al efecto acumulativo del déficit hídrico registrado entre el período 2014-2017, como producto entre otros, del fuerte fenómeno de El Niño presentado en 2015, que genera disminución de precipitaciones y con ello aumento de salinidad [42], así como disminución de juveniles [37]. Para el mismo año, las dos localidades restantes mostraron un estado de integridad “bueno”, probablemente por la presencia de mejores condiciones físicas y bióticas.

Los resultados indican que es necesario realizar un adecuado manejo hídrico del sistema a partir del fortalecimiento y aplicación de los instrumentos de planificación, así como la intervención eficiente de caños y canales que abastecen el bosque [37]. Igualmente, es necesaria la aplicación de otras medidas activas o pasivas que tiendan a la reducción de los tensores y a la rehabilitación/recuperación del sistema¹¹.

Cambios en la cobertura del manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta (indicador de extensión)¹²

El cálculo del IE para la Ciénaga Grande de Santa Marta (figura 4.12) muestra que la extensión del manglar se redujo desde 1956 hasta 1995 en un 44,1% (-28.570 ha), momento a partir del cual se generó un aumento de la extensión, relacionado con la finalización de las obras hidráulicas del proyecto Prociénaga, que permitieron mayor ingreso de agua dulce al sistema y con ello la disminución de la alta salinidad que había causado la mortandad del bosque. En los años 2003, 2015 y 2017 se reportaron eventos puntuales de afectación de cobertura, los cuales se debieron principalmente al cambio de uso de suelo y a los efectos derivados del déficit hídrico, principalmente en la zona sur en la ciénaga La Aguja, en el este, en cercanías al caño San Joaquín, y en el noreste, en la desembocadura del río Magdalena, entre Caño Valle y Caño Torno. Adicionalmente, en el 2015 se reportó un año El Niño muy fuerte [42], que causó la reducción de la precipitación en la zona Caribe y generó aumento de la salinidad del suelo, principalmente en el sector noroccidental, donde se registraron mortandades asociadas a altas salinidades [43].

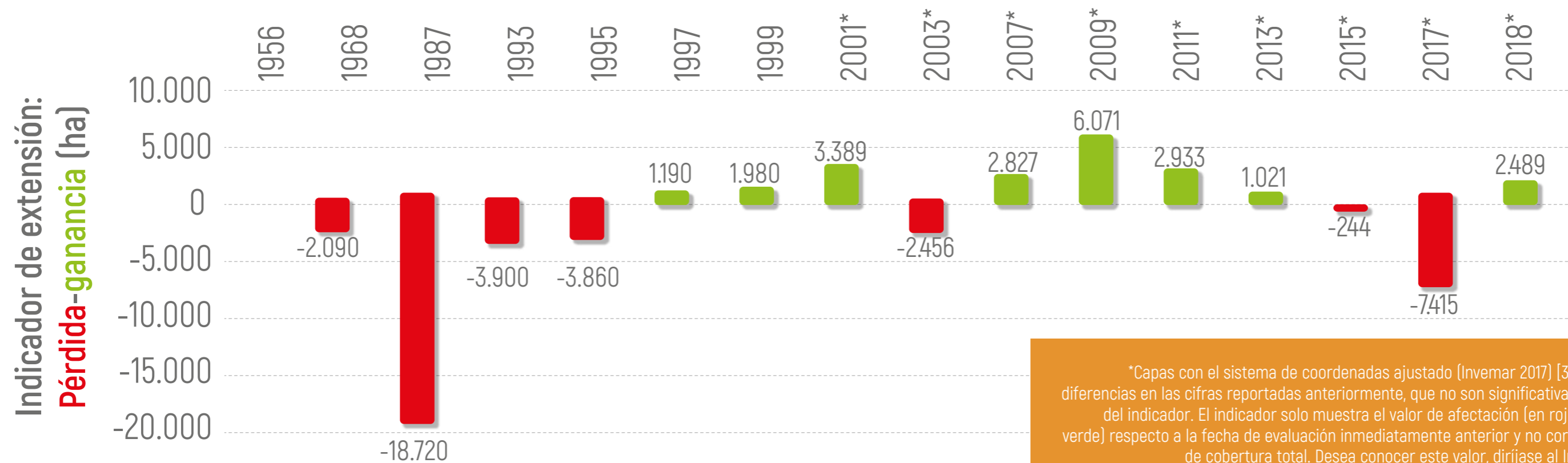
¹¹ Información complementaria en http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/IER_2017_baja_Final.pdf/76690566-f6e1-4610-906f-1c49c610b2c8
<http://buritaca.invemar.org.co/SigmaGeoVisor/>.

¹² Preparado por Invemar: Julián Beltrán y Alexandra Rodríguez Rodríguez.



Figura 4.12

Indicador de extensión de los bosques de manglar, caso “Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).



*Capas con el sistema de coordenadas ajustado (Invemar 2017) [38]; pueden existir diferencias en las cifras reportadas anteriormente, que no son significativas para el objetivo del indicador. El indicador solo muestra el valor de afectación (en rojo) o ganancia (en verde) respecto a la fecha de evaluación inmediatamente anterior y no corresponde al valor de cobertura total. Desea conocer este valor, diríjase al Invemar, 2018 [37].

La afectación neta de manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta entre el 2015 y 2018 fue de más de 4.900 ha. Este es un cambio considerable en la cobertura del sistema lagunar, que podría estar asociado entre otros, a la influencia del fenómeno de El Niño de 2015.

Para el 2018 se observó una recuperación en términos de cobertura debido principalmente al crecimiento y regeneración natural de la especie de mangle amarillo (*Laguncularia racemosa*), que se desarrolla en forma arbustiva, coloniza sitios que han sufrido alteraciones y se le considera pionera o de primeros estadios de sucesión ecológica [44]. Esto también pudo haberse visto potenciado por el aumento en los aportes hídricos derivados de los trabajos de dragado y mantenimiento realizados en el sector noroccidental en los caños Brístol, Covado, Covado II, Caleta del Tambor, El Burro y Salado

llevados a cabo por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena entre los años 2017 y 2018 [37].

En Colombia existe un estimativo grueso de la extensión de manglar [45]; esta información proviene de datos tomados entre los años 2001 y 2011 bajo metodologías, escalas y objetivos diferentes.¹³

¹³ Información complementaria en http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/IER_2017_baja_Final.pdf/76690566-f6e1-4610-906f-1c49c610b2c8
<http://buritaca.invemar.org.co/SigmaGeoVisor/>

Avances en el conocimiento de las floraciones algales nocivas marinas en el departamento del Magdalena¹⁴

Durante el monitoreo realizado entre octubre de 2016 y diciembre de 2018 [38], [36] fue posible evidenciar que las mayores densidades fitoplanctónicas se presentan en la Ciénaga Grande de Santa Marta, con máximos de $4,6 \times 10^8$ cel. l^{-1} (abril de 2018) (figura 4.13), principalmente cianobacterias (figura 4.14) del género *Synechocystis*. En las estaciones (bahías de Chengue (BCH) y de Santa Marta (BSM)) predominaron las diatomeas (figura 4.13), con densidades máximas de $7,0 \times 10^6$ cel. l^{-1} . Este valor, registrado en BCH durante el período de lluvias de 2017 (septiembre) (figura 4.13), fue consecuencia de una floración de las diatomeas *Chaetoceros spp.* [41]; no obstante, esta no se consideró nociva ya que no estuvo relacionada con mortandad de organismos. Adicionalmente, en febrero y marzo de 2017 (época de sequía) se presentaron en Santa Marta dos mareas rojas inofensivas, correspondientes a floraciones del ciliado *Mesodinium cf. Rubrum* [46], [47].

¹⁴ Preparado por Natalia Arbeláez Merizalde y Julián Franco Angulo.



Figura 4.13

Densidades fitoplanctónicas registradas en la CGSM y en las bahías de Chengue y de Santa Marta durante el monitoreo realizado entre octubre de 2016 y diciembre de 2018 (LBA: La Boca de la Barra, CLU: Ciénaga La Luna, BCH: Bahía Chengue y BSM: Bahía de Santa Marta).

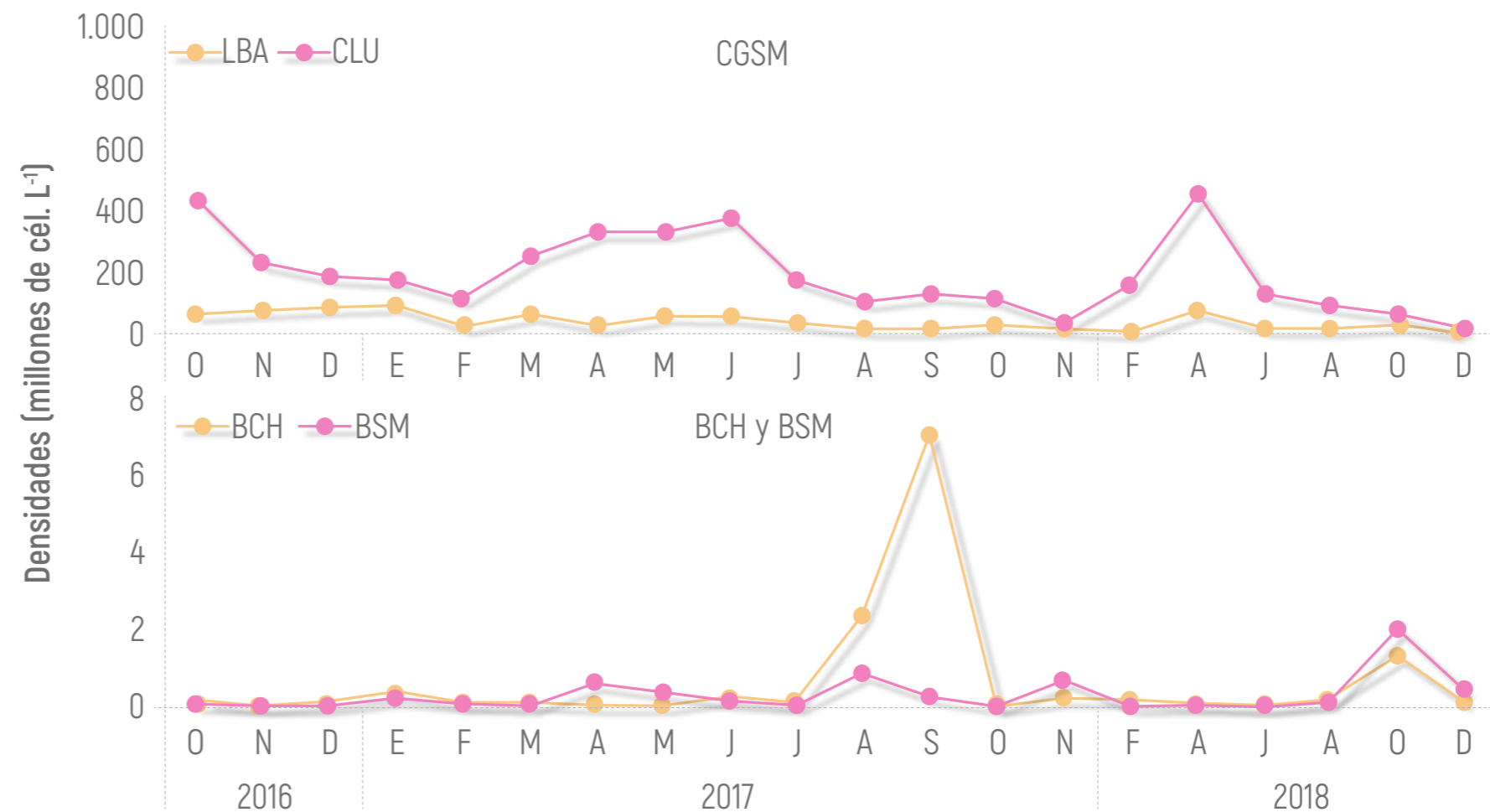
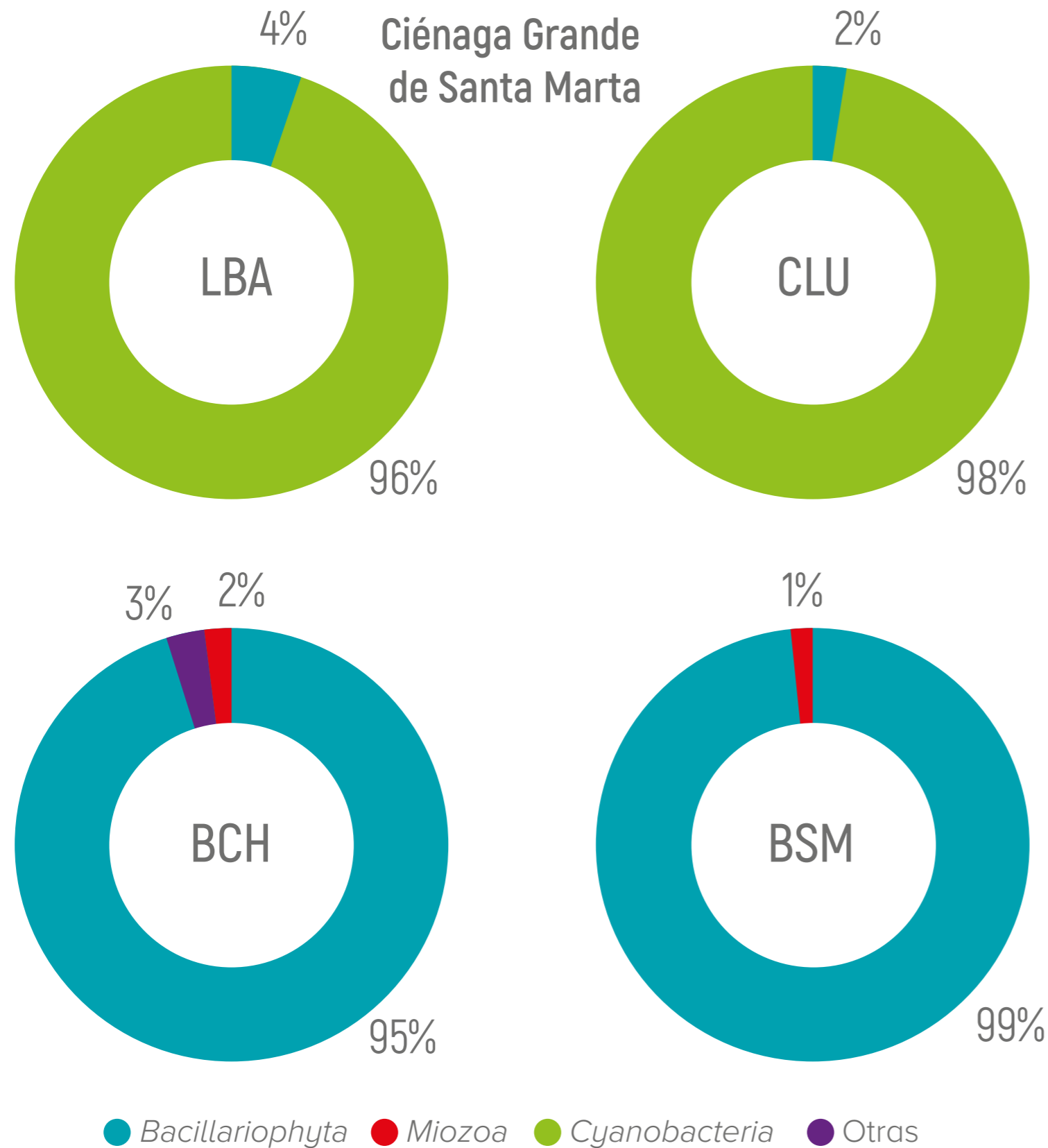


Foto: CGSM-2019 INVEMAR Programa CAM.

Figura 4.14

Abundancia relativa de los grupos de microalgas presentes en la Ciénaga Grande de Santa Marta y en las bahías de Chengue y Santa Marta en el monitoreo realizado entre octubre de 2016 y diciembre de 2018 (LBA: La Boca de la Barra, CLU: Ciénaga La Luna, BCH: Bahía Chengue y BSM: Bahía de Santa Marta).



Entre 2016 y 2018 la Ciénaga Grande de Santa Marta presentó las mayores densidades fitoplanctónicas atribuidas a las cianobacterias del género *Synechocystis*.



El incremento de floraciones algales es cada vez más frecuente en la región del Magdalena, particularmente en zonas que reciben aportes de aguas continentales cargadas de residuos orgánicos.

Las floraciones algales en la región del Magdalena son frecuentes en cuerpos de agua con baja tasa de renovación y con alto aporte de nutrientes, como en la Ciénaga Grande de Santa Marta, y suelen ocurrir en la zona marino-costera al presentarse cambios en las condiciones ambientales [48], como es en la época de surgencia, cuando los ascensos de masas profundas de agua enriquecen con nutrientes las aguas superficiales durante la época de lluvias al incrementar las concentraciones de nutrientes inorgánicos disueltos por aportes de escorrentías o por las descargas de vertimientos puntuales a la zona costera [49], [50], [51], [52], [53]. Cabe destacar que durante el 2017 y 2018 no se evidenciaron mortandades masivas de peces en la Ciénaga Grande de Santa Marta, como ocurrió durante años anteriores [52], posiblemente debido al incremento en el flujo de agua en el complejo lagunar, atribuido al aumento de las precipitaciones durante el año y a la reapertura de algunos caños [37].

Considerando que en el monitoreo de aguas y pastos marinos se han observado altas concentraciones de géneros y especies de microalgas que en otros países se han relacionado con floraciones nocivas, como las diatomeas *Pseudo-nitzschia*, *Synechocystis* y los dinoflagelados *Ostreopsis*, *Prorocentrum* y *Gambierdiscus* [54], [55], es necesario continuar con el monitoreo, el cual ha permitido identificar patrones en la dinámica de estas floraciones algales y sirve como base para formular medidas de manejo frente a eventos de floraciones de algas nocivas (FAN) en la región.

Entre febrero y marzo de 2017 (época seca) se registraron en Santa Marta dos mareas rojas producidas por el ciliado *Mesodinium cf. rubrum*.



GEOAMENAZAS EN EL MEDIO MARINO-COSTERO¹⁵

Evaluar de forma detallada la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por erosión costera es indispensable para una correcta gestión del riesgo y toma de medidas de prevención y mitigación que se deben implementar en el territorio. La amenaza se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de cierta magnitud que pueda causar daño; por su parte, la vulnerabilidad es la característica de un sistema en su fortaleza o debilidad, mediante su capacidad de anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural [56]. Finalmente, de acuerdo con Wang *et al.* (2014) [57], en la comprensión del riesgo, con los índices de la amenaza y vulnerabilidad es posible calcular el índice de “riesgo por erosión costera”. La amenaza y vulnerabilidad por erosión costera para toda Colombia se obtuvo de Ricaurte-Villota *et al.* (2018) [58] y la evaluación de riesgo del estudio del Inveemar - Gobernación de La Guajira (2017) [59] correspondiente a los departamentos de La Guajira y Magdalena.

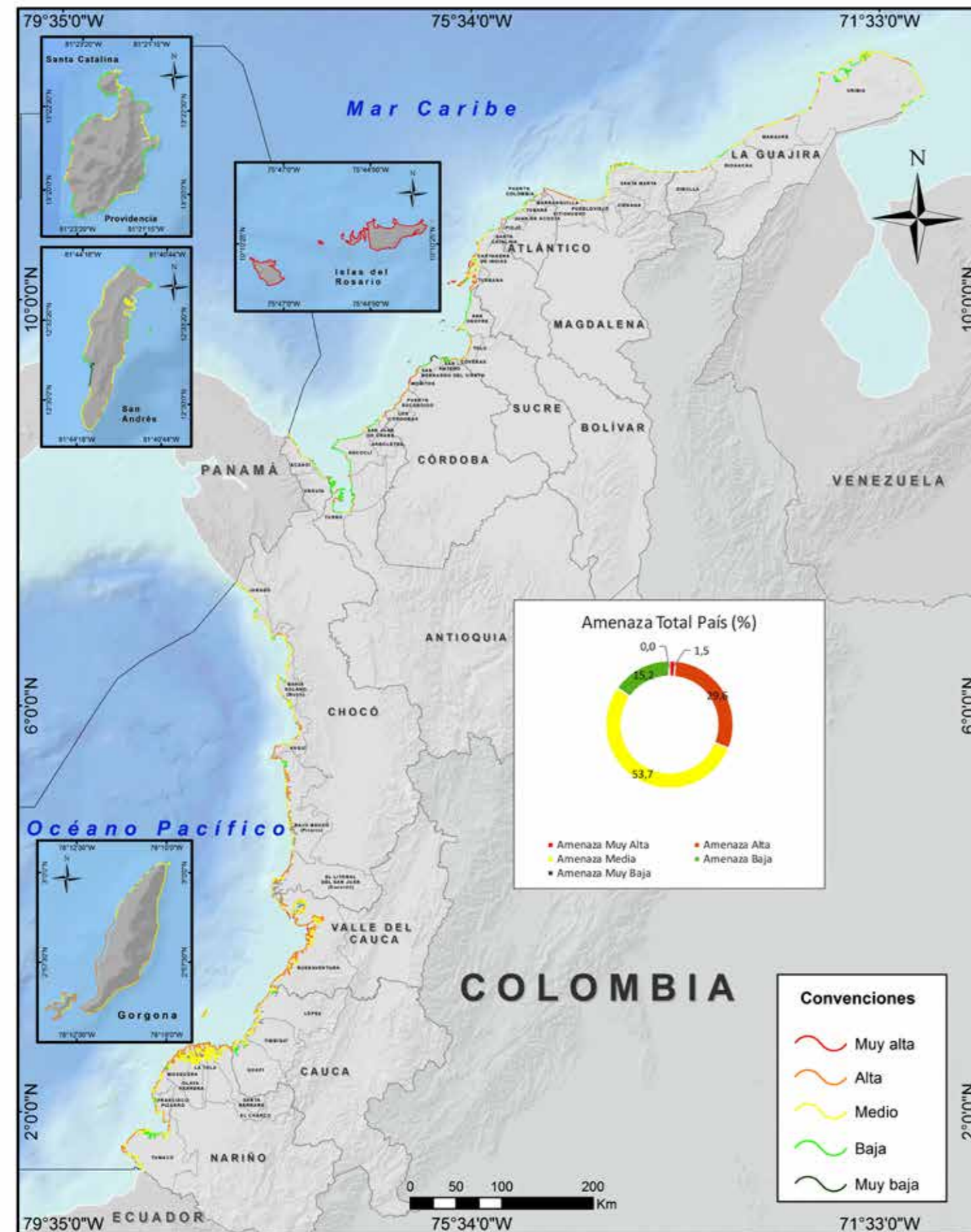
¹⁵ Preparado por Inveemar: Oswaldo Coca Domínguez, Mauricio Bejarano Espinosa, Constanza Ricaurte Villota.





Figura 4.15

Mapa y porcentaje de línea de costa con amenaza por erosión costera para Colombia, según clasificación (alta, muy alta, media, baja y muy baja).



Amenaza

De los 8.326 km de línea de costa que tiene el país, el 31,1% presenta una alta y muy alta probabilidad de que ocurra en algún momento un proceso de erosión costera; del mismo modo, el 53,7% tiene una moderada probabilidad de ocurrencia o amenaza (figura 4.15). Es decir que el 84,8% de la línea de costa del país presenta una probabilidad de erosión costera que supera un índice moderado. En cuanto a la región Caribe, con una extensión de 3.453 km, se observa un índice de amenaza por erosión costera alta y muy alta del 30,54%, equivalente a 693,24 km de costa. La amenaza moderada se presenta en un 29,7%, es decir, en 900,9 km de línea de costa. Por su parte, del Pacífico colombiano se tiene un 31,4% de 4.873 km de línea de costa en amenaza alta y muy alta, y el 62,5% en moderada, dejando solo un 6,1% en amenaza baja, es decir, que tan solo una pequeña extensión de su costa no se encuentra expuesta a fenómenos geofísicos que resultarían en la afectación de su costa. Por último, el departamento con mayor porcentaje de línea de costa en amenaza alta y muy alta es Córdoba (superando el 50%), seguido de los departamentos de Bolívar, San Andrés, Sucre y Chocó, este último en la parte del Pacífico.



Para mayor información sobre los conceptos de amenaza y vulnerabilidad en este contexto, se sugiere consultar la siguiente referencia: Coca-Domínguez, O., C. Ricaurte-Villota. 2019. Validation of the Hazard and Vulnerability Analysis of Coastal Erosion in the Caribbean and Pacific Coast of Colombia. *J. Mar. Sci. Eng.*, 7, 260; doi:10.3390/jmse7080260, así como el link <http://www.mdpi.com/2077-1312/7/8/260>.

(Mapa modificado de Ricaurte-Villota et al., 2018)

Vulnerabilidad

El Caribe colombiano presenta un 32% en vulnerabilidad alta y muy alta en su línea de costa (711,5 km) y un 21,4% de moderada (479 km), lo que suma un 53,4%. Es decir, más de la mitad de la línea de costa supera la clasificación media y tiene una mayor exposición, fragilidad y falta de resiliencia.

Por el contrario, en el Pacífico solo el 18% presenta vulnerabilidad alta, muy alta y media. Es decir, el 82% tiene vulnerabilidad baja; a pesar de la muy débil gestión del Estado y el difícil acceso, la poca intervención de los ecosistemas y la cultura anfibia de las comunidades han permitido que su resiliencia sea alta y por consiguiente tenga bajos niveles de vulnerabilidad, muy diferente a las condiciones del Caribe, el cual tiene una mayor presión e intervención sobre sus costas, construcciones duras o rígidas, ecosistemas degradados, entre otros aspectos que aumentan la vulnerabilidad, pero con factores de resiliencia como una mayor presencia estatal y mejores oportunidades socioeconómicas.

De manera general para Colombia, el 31,4% de la línea de costa presenta una vulnerabilidad alta, muy alta y media y el 63,4% una vulnerabilidad baja y muy baja (Figura 4.16).

El departamento de Antioquia tiene los mayores niveles de vulnerabilidad, con más del 80% de su línea de costa, seguido del departamento de Córdoba, con más del 70%, y del Atlántico, el cual está por encima del 60%.



Figura 4.16

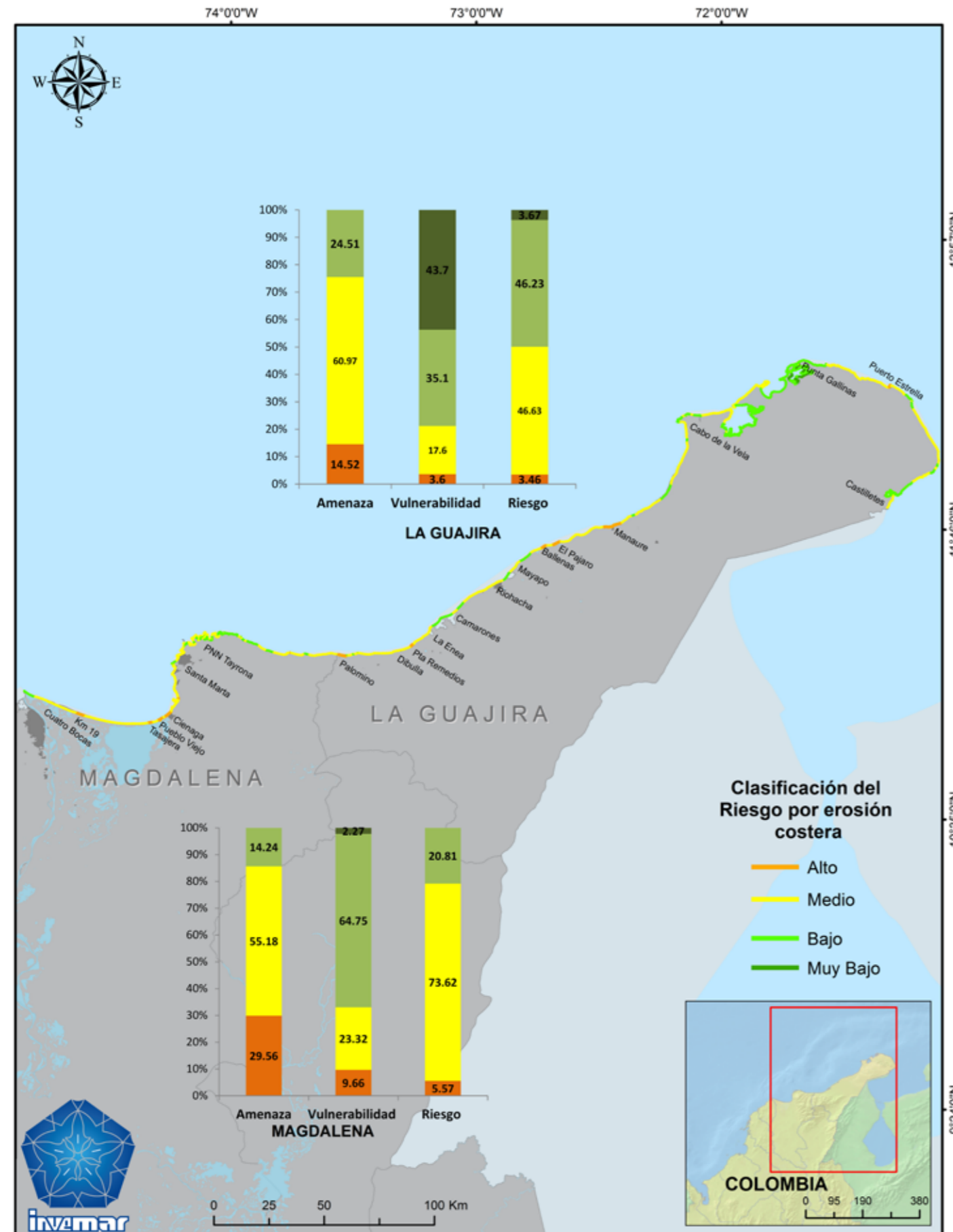
Mapa y porcentaje de línea de costa con vulnerabilidad por erosión costera para Colombia según clasificación (alta, muy alta, media, baja y muy baja).



(Mapa modificado de Ricuarte-Villota et al., 2018)



Figura 4.17
 Clasificación del riesgo por erosión en la línea de costa del Magdalena y La Guajira



Riesgo

El riesgo por erosión costera hasta el momento solo ha sido calculado para el departamento de La Guajira, clasificado en un 50,09% como medio y alto; el restante 49,9% es de índice bajo y muy bajo (figura 4.17).

Estas condiciones se observan principalmente en el municipio de Uribia porque hay poca concentración de población sobre la línea de costa. Además, los ecosistemas de manglar se encuentran resguardados de la erosión dentro de las bahías de Portete, Honda, Hondita y Castilletes. Los índices de riesgo más altos se concentran en los municipios de Manaure y Dibulla ya que sus corregimientos localizados sobre la costa (El Pájaro, Ballenas, Punta de los Remedios, Palomino) cuentan con amenaza y vulnerabilidad altas.

La clasificación del riesgo en el Magdalena, por su parte, está catalogada como media en un 73,62% de línea de costa, observado principalmente en los acantilados del Parque Natural Nacional Tayrona y en las playas ubicadas entre Bocas de Ceniza y Tasajera (Figura 4.17). Este resultado se obtiene debido a que son lugares donde no hay asentamientos humanos y básicamente el riesgo se incrementa debido a los procesos erosivos naturales que hay en estos sitios. Finalmente, el 5,57% de riesgo alto por erosión costera está localizado en el km 19, Tasajera, Pueblo Viejo, Ciénaga, Alcatraces, un sector de Salguero y un pequeño sector de Don Diego.

(Las gráficas en el mapa modificado representan porcentaje de línea de costa con clasificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por erosión costera en el Magdalena y La Guajira).

OTRAS AMENAZAS DE ORIGEN METEOMARINO¹⁶

Muchos aspectos socioeconómicos en Colombia se han visto afectados por la variabilidad climática que ocurre en el planeta anualmente. De manera histórica, sectores como la agricultura, la economía, la salud, entre otros, han tenido retos que afrontar ante la presencia de fenómenos climáticos extremos. Las regiones costeras en el país no han sido la excepción a estos desafíos que año a año causan desastres.

Para la correcta gestión de las áreas afectadas se ha trabajado en la construcción de una estandarización y clasificación de amenazas ante los actuales eventos extremos. La amenaza meteomarina se refiere a procesos o fenómenos físicos originados en la interfase océano-atmósfera; estos pueden causar pérdidas potenciales en vidas, heridas u otros impactos en la salud, daños en la propiedad, afectación de servicios, ruptura social y económica o daño ambiental en las áreas costeras. Estos pueden ser caracterizados por su magnitud o intensidad, velocidad de inicio, duración y área de extensión, determinados cuantitativamente a partir de datos históricos o análisis científicos [60].

¹⁶ Preparado por Invemar: Mauricio Bejarano Espinosa, Silvio Andrés Ordóñez Zúñiga, Martha Lucero Bastidas, Constanza Ricaurte Villota.

Con el objetivo de dar continuidad a los esfuerzos del Invemar iniciados en 2016 para caracterizar otras amenazas de origen meteomarinero además de la erosión costera [60], se presenta el ejercicio realizado para los departamentos de La Guajira y el Magdalena [59], para los cuales se revisó la base de datos DesInventar [61], así como otros reportes de entidades oficiales.

Se seleccionaron dos sectores en cada departamento para hacer la comparación: el km 19 y Santa Marta, en el departamento del Magdalena, y Riohacha y Manaure, en La Guajira.

A partir de la revisión del inventario de eventos se encontró que los que se presentan en mayor proporción son las inundaciones y vendavales (figura 4.18), razón por la cual se procedió a analizar las variables precipitación, vientos y oleaje como generadoras de estos eventos amenazantes.

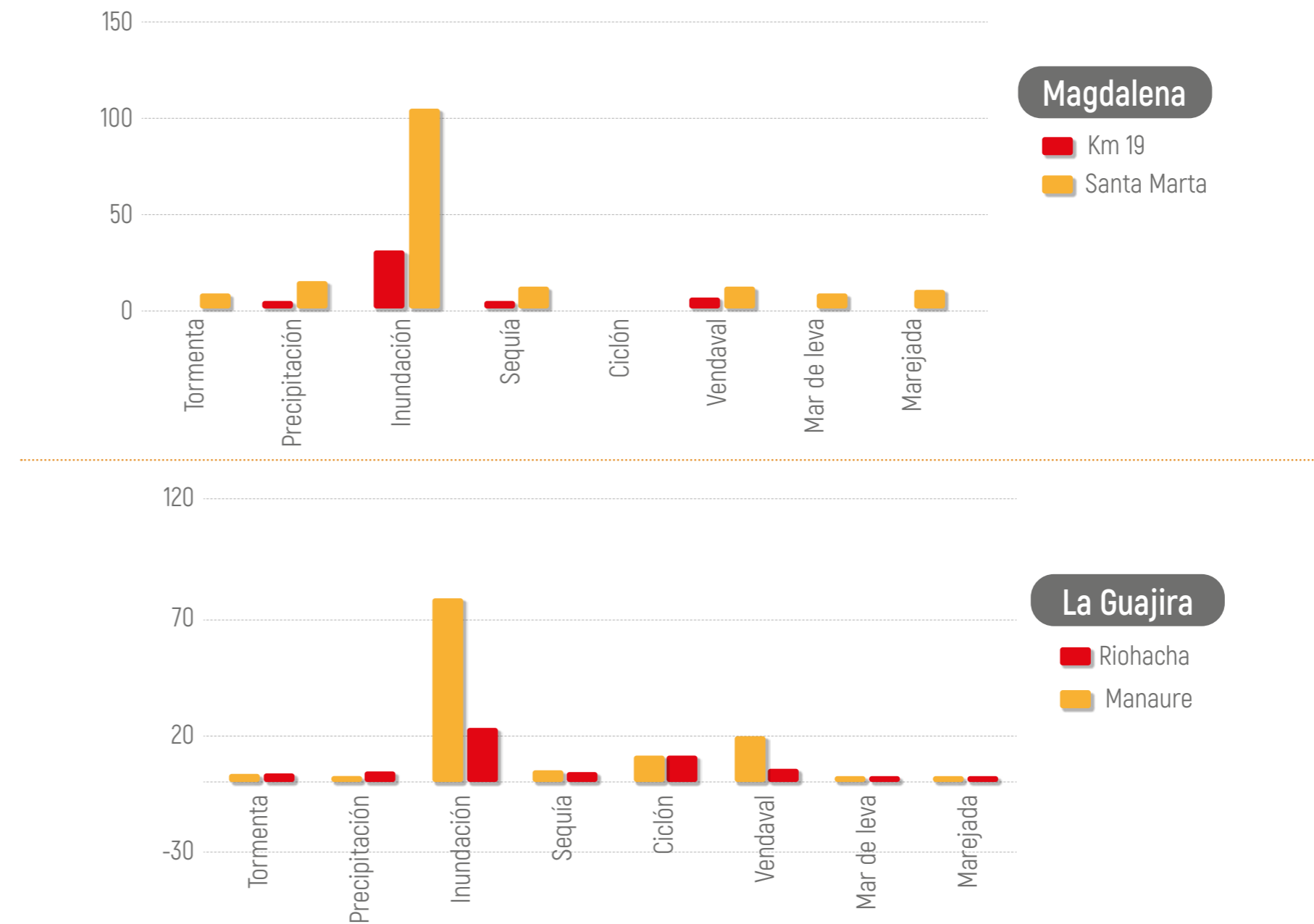
Para el distrito de Santa Marta en particular, los registros de los eventos amenazantes son mayores con respecto al km 19 por corresponder a la cabecera municipal y a la mayor extensión del municipio. El número mayor de registros corresponde a inundaciones, las cuales se asocian con crecientes de los ríos Córdoba, Gaira, Manzanares y algunos del Parque Tayrona.

Los eventos de vendaval y marejada generan aumentos en la altura de las olas, afectación a las actividades de los pescadores y ahogamiento de bañistas. Comportamiento similar se presenta en La Guajira, donde la capital presenta un mayor número de reportes.



Figura 4.18

Inventario de eventos meteomarinos amenazantes en los departamentos de Magdalena y La Guajira durante el período 1966-2016.



Fuente de datos: DesInventar[61].



Amenaza meteomarina se refiere a procesos o fenómenos físicos originados en la interface océano-atmósfera, estos pueden causar diversos daños en las áreas costeras.

La caracterización de la amenaza se realizó con datos de viento del Reanálisis Regional Norteamericano (NARR, por sus siglas en inglés) [62], mientras que para el oleaje se usó series sintéticas [63] y el Reanálisis europeo ERA-Interim [64].

Con el objetivo de clasificar el nivel de la amenaza, fueron empleadas clasificaciones existentes (escala Beaufort para vientos y Douglas para oleaje [65]) y se calcularon los porcentajes de excedencia de un umbral dado por dichas escalas.

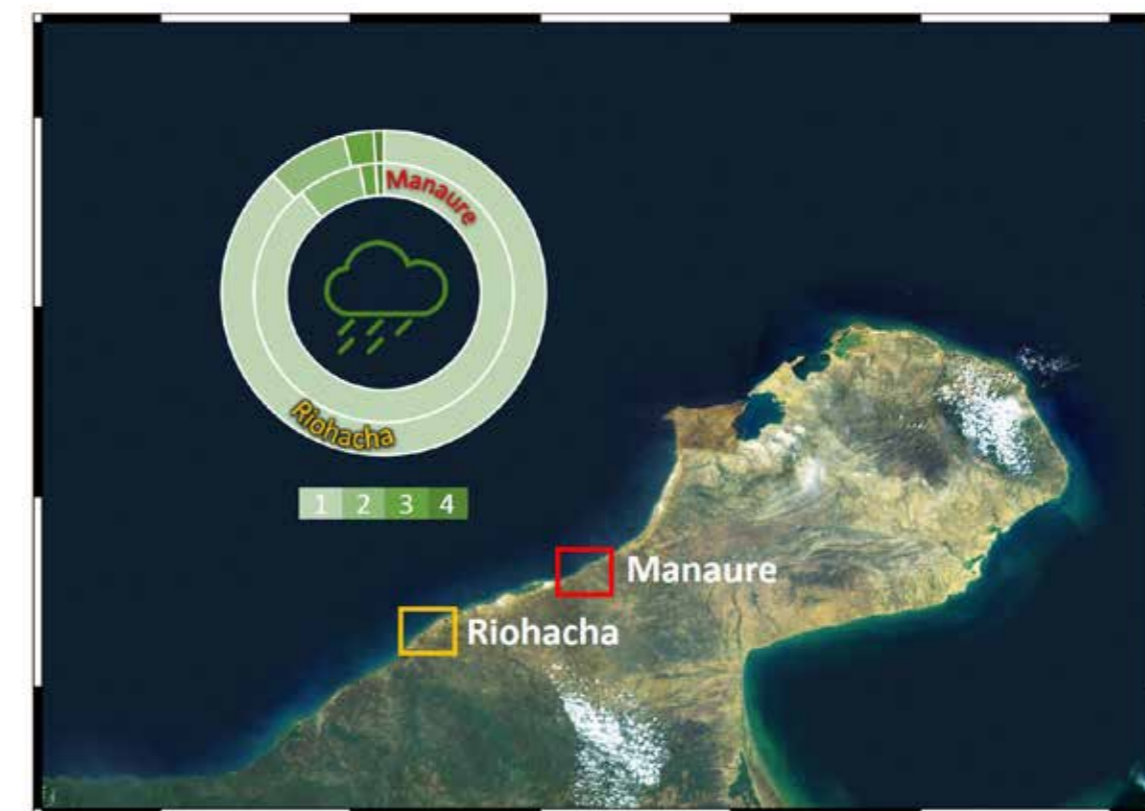
Para la precipitación fueron empleados datos diarios provenientes de estaciones pluviométricas del Ideam ubicadas en las vecindades de las áreas seleccionadas (Tasajera para el km 19, Aeropuerto Simón Bolívar para Santa Marta, Aeropuerto Almirante Padilla para Riohacha y estación Manaure). Para la clasificación se empleó la escala desarrollada por la Secretaría de Marina de México [66] que corresponde a la clasificación de la precipitación acumulada en 24 horas para pronósticos a corto y mediano plazo sobre las costas y zona marina adyacente.



 Banco de imagenes Imprenta Nacional, AdobeStock - flamencos rosados.



Figura 4.19
 Clasificación de datos históricos de precipitación en sectores seleccionados del Magdalena y La Guajira.



Escala: 1 corresponde a “lluvia” (<25 mm día), 2 a “lluvia fuerte” (25-50), 3 a “lluvia muy fuerte” (50-75) y 4 a “lluvia intensa” (75-150) Modificado de Invemar - Gobernación de La Guajira (2017)

Con respecto a la precipitación, los resultados de la clasificación indicaron que para los departamentos del Magdalena y La Guajira la amenaza llega a alcanzar la clasificación de “lluvia intensa” (75-150 mm día) (figura 4.19). Cabe resaltar que los reportes asociados al inventario como crecientes de ríos y desbordamientos de quebradas fueron mayores para las cabeceras municipales. Especialmente se advierte un comportamiento diferenciado entre sectores para el Magdalena y homogéneo para La Guajira. Estos resultados llevan a inferir que las afectaciones reportadas en las bases de datos estarían más asociadas a la vulnerabilidad del sector que a la amenaza en sí; aunque es importante advertir que los reportes de la base de datos DesInventar [61] no cuentan con toda la información de los desastres

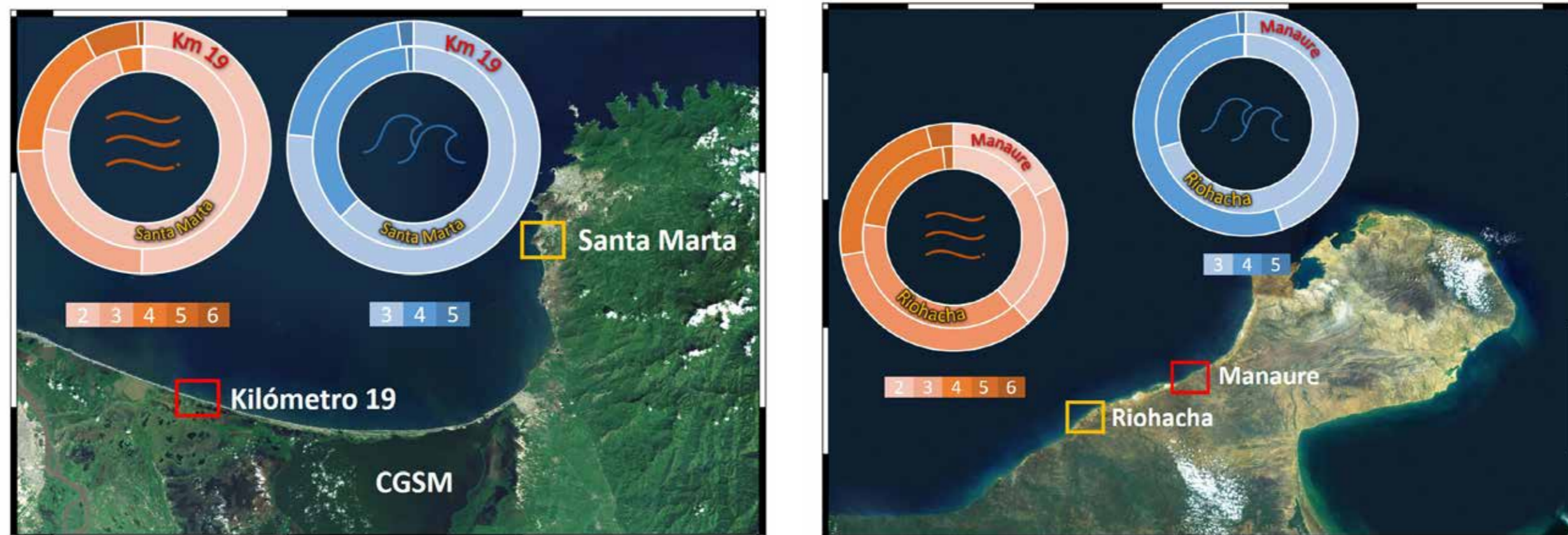
ocurridos en los lugares evaluados. Esto podría llevar a sesgos importantes en la interpretación de los resultados.

Con respecto a vientos y oleaje, los resultados de la clasificación mostraron en el departamento del Magdalena que los sectores del km 19 y Santa Marta presentan contrastes debido al grado de exposición o protección de los vientos Alisios, teniendo en cuenta la configuración de sus costas. En el sector del km 19 (expuesto) se observa mayor frecuencia de eventos en escala Beaufort 6 (vientos con velocidades superiores a 12,78 m/s), así como oleaje en la escala Douglas 5 (olas con alturas entre 2,5 a 4 m), a diferencia de la cantidad de fenómenos que se experimentan en bahías protegidas, como Santa Marta (figura 4.20).



Figura 4.20

Clasificación de datos históricos de viento y oleaje en escalas Beaufort (naranja) y Douglas (azul) en sectores seleccionados del Magdalena (izquierda) y La Guajira (derecha).



De manera similar, en el departamento de La Guajira, los sectores de Riohacha y Manaure, aunque están expuestos de manera permanente a los vientos alisios, presentan diferencias en la frecuencia de ocurrencia de fenómenos de vientos y oleajes en las escalas Beaufort y Douglas que pueden considerarse extremos.

Sin embargo, una diferencia entre departamentos es la frecuencia con la que ocurren fenómenos intermedios, que al ser más recurrentes en el tiempo producen efectos de desgaste, y al estar la población más expuesta a sus efectos, su ocurrencia puede ocasionar mayor cantidad de desastres.



Banco de imágenes Imprenta Nacional, AdobeStock - mina de sal en Manaure en la Guajira.



Referencias

Capítulo 4

- [1] Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar) (2019). Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos. Luisa F. Espinosa y Ostin Garcés (eds.). Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia (Redcam): Invemar, Minambiente, Coralina, Corpoguajira, Corpamag, CRA, Cardique, Carsucre, CVS, Corpourabá, Codechocó, CVC, CRC y Corponariño. Informe técnico 2018. Serie Publicaciones Periódicas, 4, 212 pp
- [2] Null, J. (2018). *El Niño and La Niña years and intensities*. Golden Gate Weather Services.
- [3] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2017). Boletín informativo sobre el monitoreo de los fenómenos de variabilidad climático El Niño y La Niña. Boletín, 113, 7 pp.
- [4] Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios) (2016). *Producción de residuos sólidos y sistemas de tratamiento de agua residuales en los municipios costeros*. Bogotá: Superservicios.
- [5] Castaño Uribe, C. (2002). *Golfos y bahías de Colombia, Colección ecológica del Banco de Occidente*. Bogotá: Banco de Occidente.
- [6] Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (2002). Programa nacional para el uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.
- [7] Invemar, CRC & Corponariño (2006). Unidad Ambiental Costera de la Llanura Aluvial del Sur: caracterización, diagnóstico integrado y zonificación ambiental. A. López (ed.). Santa Marta: Invemar-CRC-Corponariño. 383 pp. + cartografía anexa.
- [8] Invemar, Univalle y Corponariño. (2017). Implementación de acciones que contribuyan a la rehabilitación ecológica de áreas afectadas por hidrocarburos en zona costera y piedemonte del departamento de Nariño, 497 pp.

5

Clima cambiante: Evidencias y casos territoriales



Autores del capítulo:

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Jorge Luis Ceballos Liévano

Henry Oswaldo Benavides Ballesteros

Francisco Rojas Heredia

Alejandro Ospina Niño

Agradecimientos

Parque Nacional Natural los Nevados

Parque Nacional Natural El Cocuy



El clima cambiante

La alta montaña colombiana es un sistema particularmente sensible al cambio climático. A nivel mundial, los cambios más evidentes se proyectan en las montañas altas de los Andes.

Los **glaciares son indicadores climáticos sensibles** porque responden rápidamente a las fluctuaciones de los elementos del clima como la temperatura y la precipitación.

Durante los años **2015, 2016 y 2018** se registró una disminución generalizada en las precipitaciones de las regiones Andina, Caribe y Pacífica y un leve incremento en sectores de la Orinoquia y la Amazonia.

Los glaciares, al ser especialmente sensibles a dichos cambios, responden con una acelerada disminución de su área y volumen.

Los años **2015 y 2016** presentaron las temperaturas medias anuales más altas de la última década, lo que contribuyó a una aceleración de la fusión de los glaciares nacionales.



Cuando ocurre el fenómeno de **El Niño**, fuerte como el del **2015-2016**, se presentan notables incrementos en la anomalía de la temperatura media anual, particularmente en las **regiones Andina, Caribe, Pacífica, centro, occidente de la Orinoquia y oriente de la Amazonia**



Fuente: Adobestock, banco de imágenes.

La red especializada de estaciones hidrometeorológicas del IDEAM ha permitido identificar cambios en la dinámica atmosférica en ecosistemas de alta montaña como la **Sierra Nevada El Cocuy**:

- Incrementos en la temperatura máxima (asociada al día), cercanos a un grado Celsius por década.
- Incrementos en la temperatura media entre 0,2 y 0,3 °C.
- Tendencia hacia la disminución de las precipitaciones anuales.

En el periodo de análisis **2015 al 2018**, se presentaron dos eventos de variabilidad climática en Fase **"El Niño"** el primero de ellos **2015-2016** de intensidad Muy Alta, siendo este uno de los tres más fuertes de la historia y el segundo **2018-2019**, según el índice ONI de la NOAA

En tres décadas, el área glaciaria en Colombia se redujo **56 %** aproximadamente.



Las precipitaciones en zonas de alta montaña y páramos son un determinante funcional de estos ecosistemas estratégicos por la regulación del agua y la oferta de otros servicios ambientales.



Comparando la evolución histórica, se evidencia que en la última década el volcán nevado Santa Isabel ha reducido su área **75 %** y en dos décadas **87 %**, poniendo en evidencia su crítica situación.



Durante el período comprendido entre **2010 y 2017** el área de glaciaria nacional se redujo **23 % (11 km²)**, extensión equivalente a **1.540** canchas de fútbol.

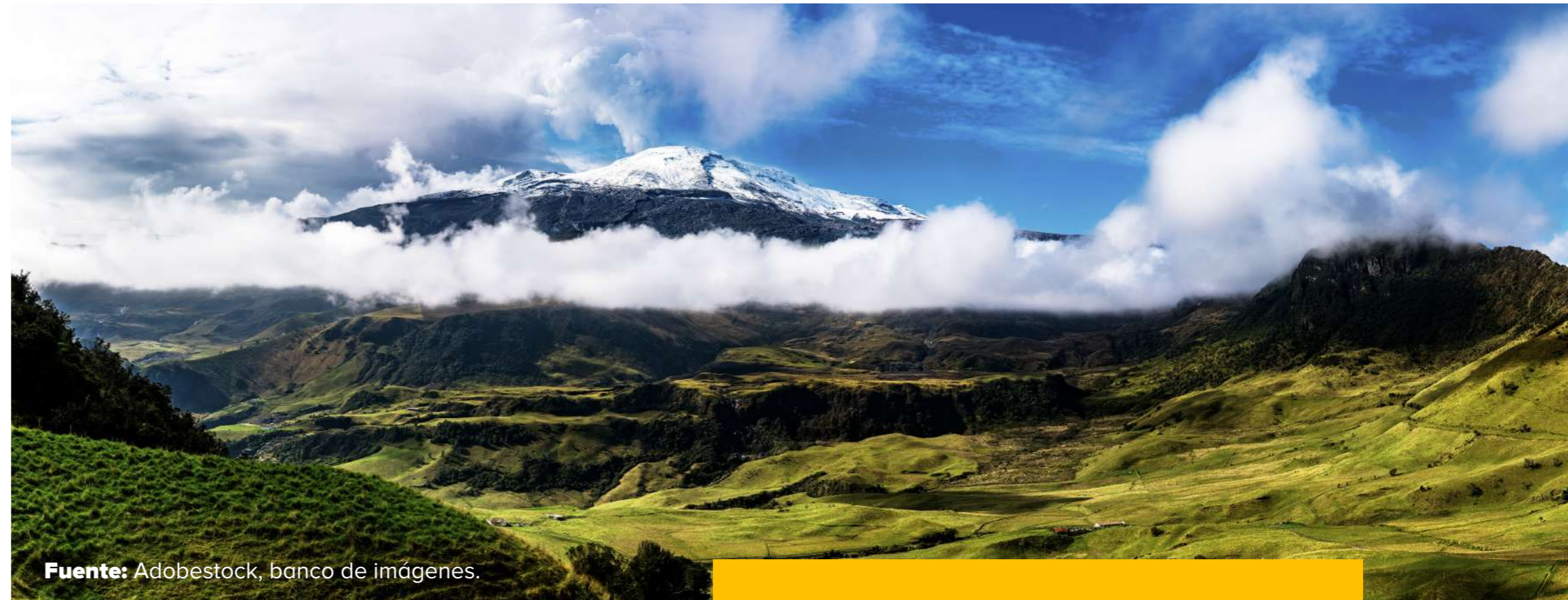


COMPORTAMIENTO DE LA ANOMALÍA ANUAL DE LA TEMPERATURA MEDIA 2015-2018¹

La temperatura del aire hace referencia a la medida de su estado térmico con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor. La temperatura del aire en superficie es la temperatura leída en un termómetro expuesto al aire en una garita o caseta meteorológica que permite buena ventilación y evita los efectos de la radiación solar directa sobre el termómetro, a una altura comprendida entre 1,25 y 2 metros sobre el nivel del suelo. Por otro lado, la temperatura media corresponde al promedio de las temperaturas observadas en el curso de un intervalo de tiempo determinado (hora, día, mes, año, década, etc.).

En climatología se utilizan los valores promedios para definir y comparar el clima; el término anomalía climática es usado para suministrar la diferencia del valor del elemento climático en un período determinado con respecto al medio histórico de la variable climática correspondiente durante el mismo lapso en un lugar dado.

En este caso, el Índice de la Anomalía Anual de la Temperatura Media permite determinar la fluctuación por encima y por debajo de lo normal del comportamiento



Fuente: Adobestock, banco de imágenes.

del régimen de temperatura de un año respecto al valor promedio (normal). El promedio del período de referencia (Normal Climatológica) es de 30 años; el vigente corresponde al período 1981-2010.

Durante el año 2015 se presentó una incidencia notable en las anomalías positivas de la temperatura media superficial del mar, asociada a la ocurrencia del fenómeno El Niño más fuerte de la historia, según el Índice Oceánico de El Niño (ONI, por sus siglas en inglés, basado en la temperatura superficial del mar (TSM) de la cuenca central del Océano Pacífico y reportado desde 1950), puesto que alcanzó anomalías positivas de hasta +2,6 °C sobre el promedio, según la tabla 5.1.

En el año 2016 se presentaron las dos fases extremas (cálida y fría) de la variabilidad climática interanual, conocidas como los fenómenos El Niño y La Niña. Las

El Índice de la Anomalía Anual de la Temperatura Media permite determinar la fluctuación por encima y por debajo de lo normal, del comportamiento del régimen de temperatura de un año respecto al valor promedio (normal).

¹ Preparado por el Ideam: Henry Oswaldo Benavides Ballesteros.

anomalías positivas del ONI se registraron hasta mayo, alcanzando valores de hasta +2,5 °C en enero; luego predominó la neutralidad en el bimestre junio-julio. Las anomalías negativas se registraron durante el segundo semestre, alcanzando valores de hasta -0,7 °C en octubre y noviembre.

En el año 2017 no se presentó una incidencia notable en la temperatura media nacional con respecto a la variabilidad climática asociada a los fenómenos El Niño y La Niña ya que en el centro de la cuenca del océano Pacífico Tropical se registraron valores que oscilaron alrededor de una condición normal, aunque a finales del año se presentó una incidencia de anomalías negativas de la temperatura media superficial del mar, asociada a la ocurrencia del fenómeno de La Niña, el cual no tuvo un gran impacto en la anomalía anual de la temperatura ya que predominaron las positivas sobre las negativas.

En el año 2018 se presentaron las dos fases extremas (fría y cálida) de la variabilidad climática intraanual, conocidas como los fenómenos La Niña y El Niño. Al inicio del año se presentó una incidencia de anomalías negativas de la temperatura media superficial del mar, asociada a la ocurrencia del fenómeno de La Niña, seguida por una condición normal, y finalizando el año con anomalías positivas, según la tabla 5.1. Estos períodos de anomalías negativas y positivas del ONI durante el año contribuyeron a que el Índice de la Anomalía Anual de la Temperatura Media se presentara dentro de las condiciones normales en gran parte del territorio nacional.

**Tabla 5.1.**Comportamiento del ONI durante el periodo 2015-2018².

Año	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE
2015	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,5	2,6
2016	2,5	2,2	1,7	1,0	0,5	0	-0,3	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6
2017	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,2	-0,1	-0,4	-0,7	-0,9	-1,0
2018	-0,9	-0,8	-0,6	-0,4	-0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,7	0,9	0,8

Las letras de la primera fila corresponden a las iniciales de diferentes grupos de meses del año (ejemplo DEF indica diciembre, enero y febrero)

Valores ≥ 0.5 indica correspondencia con El Niño (Rojo).

Valores $> -0.5 < 0.5$ indica Neutralidad.

Valores ≤ -0.5 indica correspondencia con La Niña (Azul)

Fuente: NOAA National Weather Services – Climate Prediction Center - ERSST.v5 SST



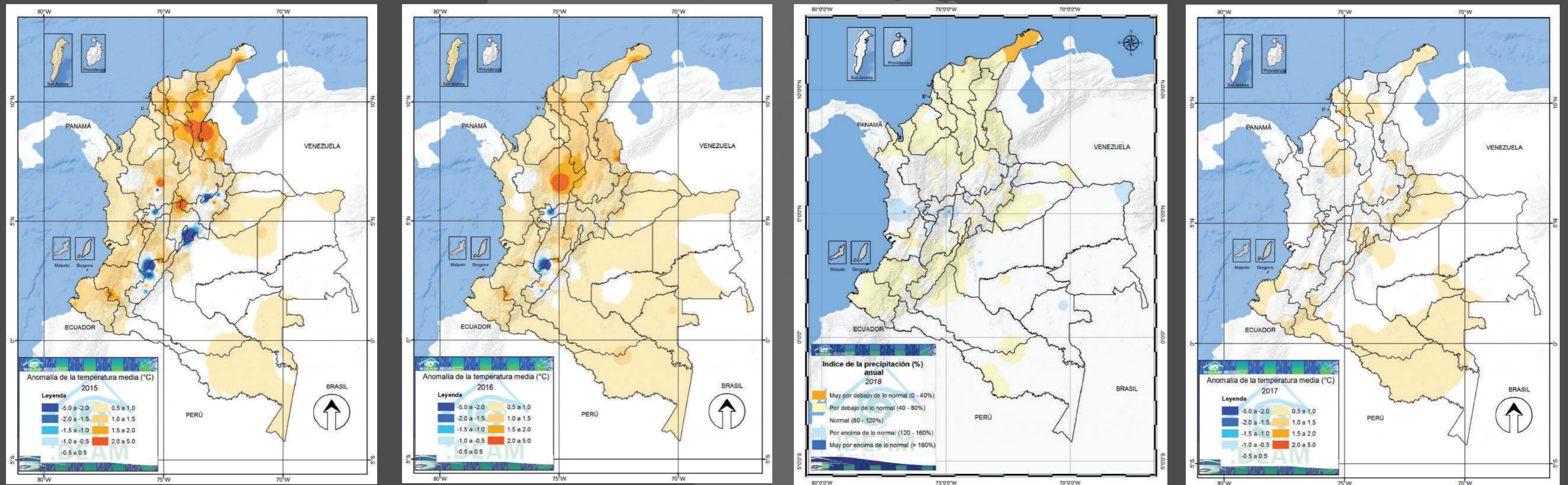
Fuente: Adobestock, banco de imágenes.

² Índice Oceánico de El Niño (ONI, por sus siglas en inglés). Reportado desde 1950. Disponible en http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php



Figura 5.1.

Mapa del Índice de la Anomalia Anual de la Temperatura Media para los años 2015-2018. De izquierda a derecha, 2015, 2016, 2017 y 2018.



Fuente: Ideam, 2019.



Anomalías positivas

- Predominaron en el 2015 en gran parte del territorio nacional, particularmente en las regiones Andina, Caribe, Pacífica, suroriente de la Amazonia y centro y occidente de la Orinoquia.
- En el 2016 predominaron en gran parte del territorio nacional.
- En el 2017 en amplios sectores del centro y oriente de la Amazonia, occidente de la Orinoquia, así como en sectores de Putumayo, Nariño, Cauca, Huila, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Santanderes y en los departamentos de la región Caribe.
- En el año 2018 en sectores de Casanare, Nariño, Cauca, Valle del Cauca, sur de Huila y Chocó, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Santanderes y en los departamentos de la región Caribe.



Comportamiento normal

- En el 2015 se concentró principalmente en el centro y occidente de la Amazonia, así como en sectores de los departamentos de Guainía, Vichada, Meta, Arauca, Huila, Tolima, Cundinamarca, Boyacá y Antioquia.
- En el 2016 en algunos sectores de Vichada, Guainía, Guaviare, Meta, Huila, Tolima, Caldas, Antioquia, Caquetá y Chocó.
- En el 2017 predominó en gran parte del territorio nacional, particularmente en las regiones Pacífica, Orinoquia, Andina y norte de la Amazonia.
- En el año 2018 predominó en gran parte del territorio nacional.



Anomalías negativas

- En el 2015 en pequeños sectores de la cordillera Oriental de los departamentos de Boyacá, Santander, Cundinamarca, Meta y Huila, así como en zonas de Antioquia, Caldas y sur del Tolima.
- Durante el 2016 muy puntualmente en algunas zonas de Huila, Tolima y Caldas.
- En el 2017 solo en pequeños sectores de Antioquia y Boyacá.
- Finalmente, en el 2018 en pequeños sectores de Boyacá, Tolima y Huila.



COMPORTAMIENTO DE ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ANUAL 2015-2018³

La lluvia es un fenómeno atmosférico consistente en una precipitación acuosa en forma de gotas líquidas cuyo diámetro se halla generalmente comprendido entre 0,5 y 7 mm que caen a una velocidad del orden de los 3 m/s.

El volumen de lluvia se mide en milímetros. Un milímetro equivale a un litro de agua por metro cuadrado.

Los dos principales aparatos de medición de la precipitación son el pluviómetro y el pluviógrafo. El primero mide el volumen total de lluvia caída durante el día meteorológico (7 a. m. a 7 a. m. del día siguiente). El segundo es un aparato de registro continuo que mide la intensidad de la precipitación en un intervalo de tiempo dado.

El Índice de Precipitación Porcentual determina si la variable en análisis se registró dentro del rango de valores normales o entre los intervalos por encima o por debajo de lo normal. El promedio del período de referencia de 30 años es la base del cálculo y representa el 100 %. El umbral de normalidad se determina entre el 80 y 120 % del valor medio.

En el año 2015 se presentó una incidencia notable en la precipitación nacional, asociada a la ocurrencia del

fenómeno El Niño más fuerte de la historia (reportado por el ONI), las precipitaciones estuvieron por debajo de lo normal en gran parte de las regiones Andina, Caribe y Pacífica.

En el año 2016 se presentaron la fase de El Niño y la de La Niña, pero no tuvieron gran influencia en el comportamiento final de las lluvias, estas se presentaron dentro de los valores normales en gran parte del país.

En el año 2017 no se presentó una incidencia notable en la precipitación anual nacional con respecto a la variabilidad climática asociada a los fenómenos El Niño y La Niña; en el centro de la cuenca del océano Pacífico tropical se registraron valores que oscilaron alrededor de una condición normal, aunque a finales del año se presentó una incidencia de anomalías negativas de la temperatura media, asociada a la ocurrencia del fenómeno de La Niña, influyendo en un predominio de precipitaciones anuales por encima de lo normal, especialmente en algunos sectores del centro y sur de la región Andina.

En el año 2018 predominaron las condiciones deficitarias de la precipitación en gran parte del país, especialmente en las regiones Caribe y Andina, en presencia de los fenómenos de La Niña (inicios del 2018) y El Niño (finales del 2018).

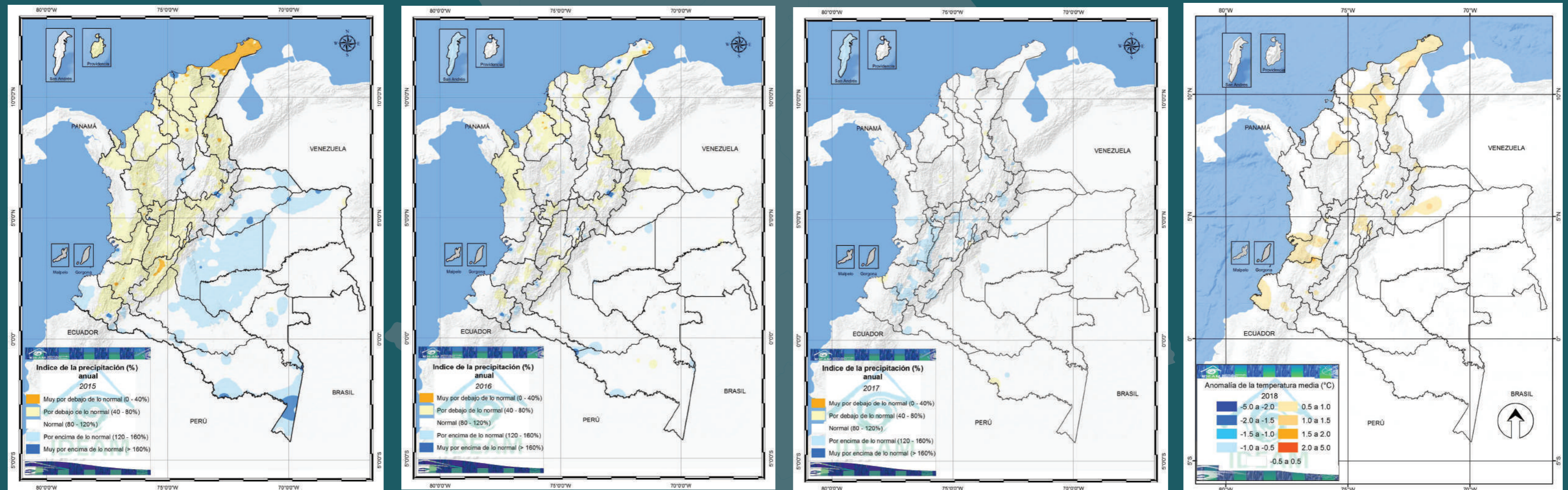
Con referencia a la Normal Climatológica vigente (1981-2010) y de acuerdo con los mapas de la figura 5.2, donde se muestra el comportamiento del Índice de Precipitación Anual durante el período 2015-2018, se presentaron.

³ Preparado por el IDEAM: Henry Oswaldo Benavides Ballesteros.



Figura 5.2.

Mapa del Índice de Precipitación Anual para los años 2015-2018. De izquierda a derecha: 2015, 2016, 2017 y 2018.



Fuente: ideam, 2019.



Fuente: Adobestock, banco de imágenes.

Precipitaciones por debajo de lo normal

- En 2015 predominaron en el territorio nacional, particularmente en las regiones Andina, Caribe y Pacífica.
- En 2016 en amplios sectores de Córdoba, Sucre, Norte de Santander y Chocó. Asimismo, en áreas localizadas de la región andina, Arauca y Magdalena.
- En el año 2017 muy localizadas en pequeños sectores de Cauca, Nariño, Amazonas, Cundinamarca, Casanare, Antioquia, Cesar y Magdalena.
- En el año 2018 en gran parte del territorio nacional, destacándose la región Caribe y amplios sectores del norte y sur de las regiones Andina y Pacífica y el occidente de la Amazonia y la Orinoquia.

Comportamiento normal

- En 2015 se concentró principalmente en el departamento de Guainía y en sectores de la Orinoquia y la Amazonia, así como en la cuenca media del río Magdalena.
- En 2016 predominó en el territorio nacional, particularmente en las regiones Orinoquía y Amazonia, así como en amplios sectores de la región Andina, centro-sur de la región Pacífica y en Bolívar, Atlántico y Cesar, departamentos de la región Caribe.
- En el año 2017 predominó en el territorio nacional, particularmente en las regiones Caribe, Pacífica, Amazonia, Orinoquia y en el norte de la región Andina.
- El año 2018 predominó en amplios sectores del centro y oriente de la Amazonia y la Orinoquia, así como en el centro de las regiones Andina y Pacífica.


Precipitaciones por encima de lo normal

- En 2015 en amplios sectores del Meta y Guaviare. Además, en zonas localizadas de los departamentos de Nariño, Boyacá, Antioquia, Magdalena, La Guajira, Amazonas, Arauca, Casanare, Caquetá y Vichada.
- En 2016 muy puntualmente en algunas zonas de poca extensión en el país.
- En el año 2017 en varias zonas del centro y sur de la región Andina, así como en pequeños sectores de Casanare, Meta, Amazonas, Putumayo, Chocó, Santanderes, Sucre, Magdalena y Cesar.
- El año 2018 en sectores específicos de Vaupés, Meta, Vichada y el centro de las regiones Andina y Pacífica.

Fuente: Adobestock, banco de imágenes.

En términos generales, el comportamiento de la temperatura media en el país depende de varios factores, pero se modula en gran medida por la ocurrencia de los fenómenos El Niño y La Niña. Cuando ocurre fuerte el fenómeno El Niño como el del 2015-2016, se presentan notables incrementos en la anomalía de la temperatura media anual, particularmente en las regiones Andina, Caribe, Pacífica, centro y occidente de la Orinoquia y oriente de la Amazonia.

Asimismo, el comportamiento de la precipitación también presenta fluctuaciones con la ocurrencia de los fenómenos El Niño y La Niña; para el período de referencia 2015-2018 se presentó el fenómeno El Niño, en el del 2015-2016 fue más severo que otras veces, se registró durante este una disminución generalizada en las precipitaciones de las regiones Andina, Caribe y Pacífica y un leve incremento en sectores de la Orinoquia y la Amazonia.



Del año 2018 se destaca la información del indicador ambiental Balance de Masa Anual, que representa el “estado de salud” de un glaciar, pues indica cuánta masa ha perdido o ganado en determinado período.

GLACIARES COLOMBIANOS Y SU PROCESO DE DERRETIMIENTO⁴

El seguimiento ininterrumpido de sistemas de medición glaciológicos directos permite al Ideam observar y monitorear de manera detallada la dinámica de la criósfera colombiana.

Del año 2018 se destaca la información del indicador ambiental Balance de Masa Anual, que representa el “estado de salud” de un glaciar, pues indica cuánta masa ha perdido o ganado en determinado período. Consiste en el cálculo periódico y cuantitativo de las pérdidas y ganancias de masa (hielo y nieve) derivado del monitoreo mensual y bimestral que desarrolla el Ideam en dos sitios objeto de estudio in situ: sector Conejeras (volcán nevado Santa Isabel) y sector Ritacuba Blanco (Sierra Nevada El Cocuy o Güicán) [1].

El balance de masa permite determinar la variación de volumen del glaciar, el desplazamiento del hielo y las cantidades de nieve precipitada en la superficie [2]; se expresan generalmente en milímetros o metros equivalentes de agua (mm e. a.; m e. a.).

Una vez analizado el comportamiento estacional de los glaciares, se determinó el balance de masa total anual para el año hidrológico 2018. En este caso, el ci-



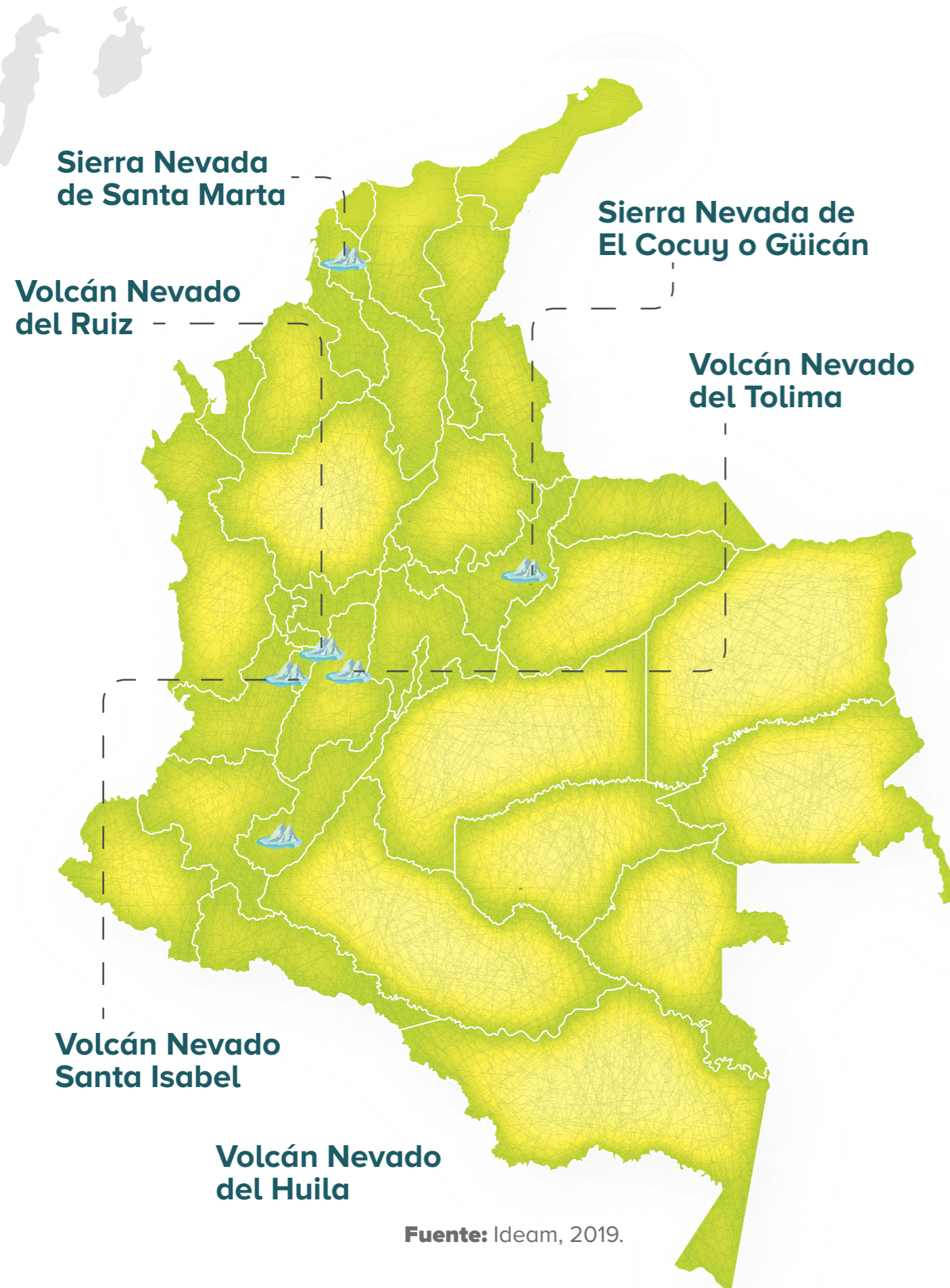
Fuente: Ideam, 2019.

clo hidrológico consistió en el período de un año, desde febrero de 2018 a febrero de 2019, fechas elegidas por razones prácticas y climatológicas, coincidentes con el fin de una temporada seca en ambos lugares.

⁴ Preparado por el Ideam. Jorge Luis Ceballos Liévano, José Alejandro Ospina Niño, Francisco Rojas Heredia.

**Figura 5.3.**

Ubicación de glaciares actuales de Colombia



SECTOR CONEJERAS (VOLCÁN NEVADO SANTA ISABEL)

Para el ciclo 2018 el nevado Santa Isabel continuó perdiendo masa, pero también se subraya que desde finales de junio y hasta mediados de agosto se presentaron ligeras ganancias de masa en el glaciar estudiado como resultado de una fuerte temporada de lluvias que generó precipitaciones de nieve sobre el glaciar, las cuales lograron mantenerse durante ese período por las bajas temperaturas. Estas ganancias de masa, aunque mínimas, no se registraban desde abril de 2012.

No obstante, se ha podido cuantificar que el glaciar Conejeras perdió 3.411 mm e. a. en el transcurso del ciclo hidrológico del año 2018. Hasta el momento ha perdido, desde abril de 2006 hasta febrero de 2019, 41.215 mm e. a. (41,2 m e. a.), el equivalente a una columna de agua de 41,2 metros de alto. También se ha podido determinar que, en el período referido, el Conejeras perdió unos 3,8 metros de espesor en promedio.

Un dato adicional igualmente importante, es la ubicación de la Zona de Equilibrio, definida por la Línea de Equilibrio Altitudinal (conocida por sus siglas ELA en inglés), consistente en la altitud hipotética en la que el balance de masa tiene valor cero. Es decir, a dicha altitud el glaciar no pierde ni gana masa y marca la división entre las zonas de acumulación y de ablación. En el ámbito mundial es fundamental hacer seguimiento a la ELA ya que con el actual cambio climático tiende a ascender. Para el período 2018 se calculó a 4.826 m de altitud en promedio.

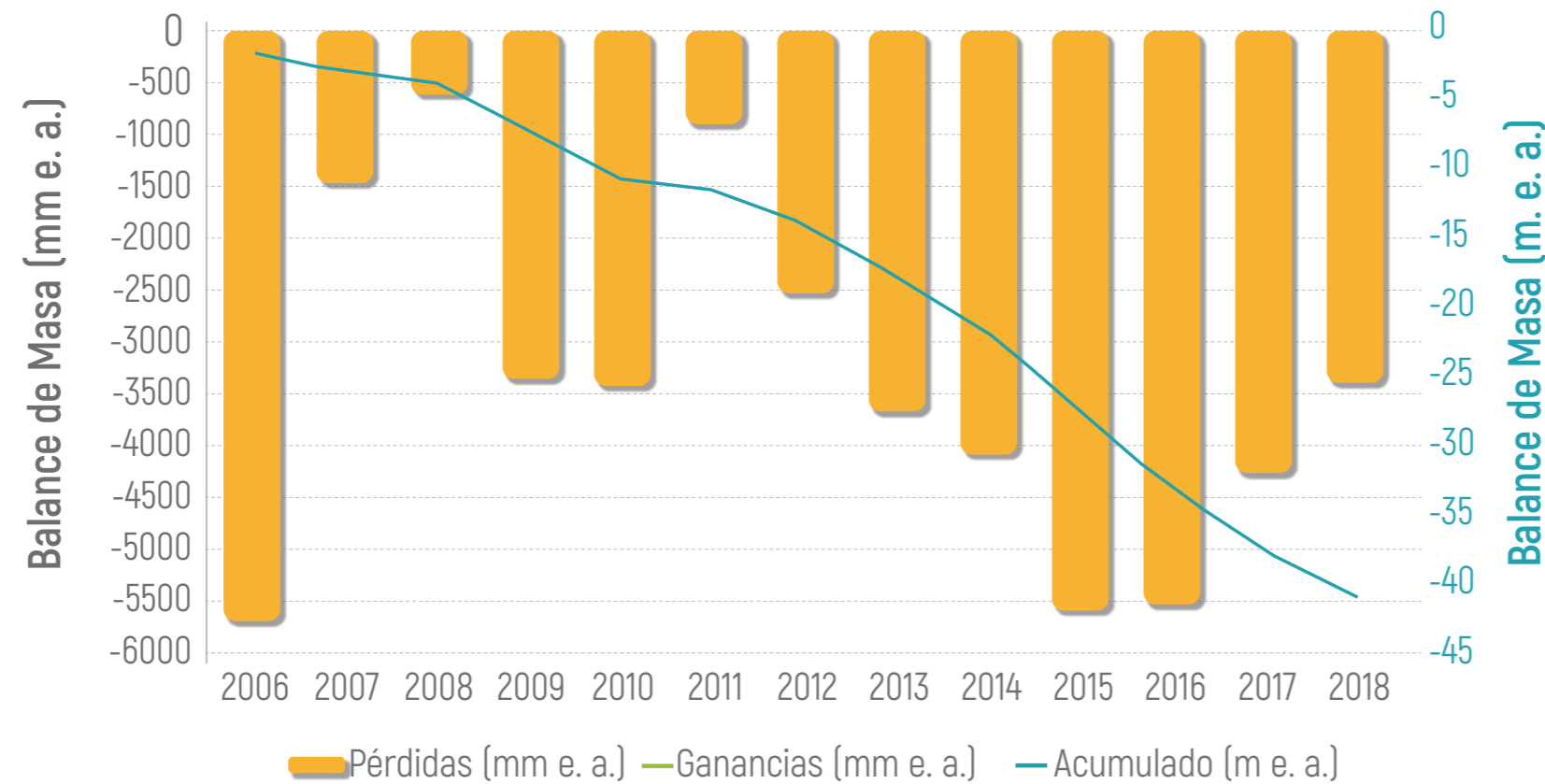
**Figura 5.4.**

Registro del rápido derretimiento del volcán nevado Santa Isabel, sector Conejeras. Años 2005 y 2019.





Figura 5.5.
Índice Balance de Masa Anual del glaciar Conejeras, volcán nevado Santa Isabel.



Fuente: Ideam, 2019.



Fuente: Adobestock, banco de imágenes.

SECTOR RITACUBA BLANCO (SIERRA NEVADA EL COCUY O GÜICÁN)

En el caso de estudio de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, el año 2018 estuvo caracterizado por fuertes períodos de precipitación, que en esas altitudes se traduce en caída y acumulación de nieve y granizo. Estas condiciones atmosféricas significaron que el glaciar, durante la mayor parte del año (febrero a octubre), expresara ganancias de masa. Para este ciclo hidrológico se registró, de la misma forma que para el año 2017, un balance de masa positivo, fenómeno que no tenía lugar desde el año 2012.



Figura 5.6.
Glaciar Ritacuba Blanco (Sierra Nevada El Cocuy o Güicán), en donde se evidencia cobertura de manto de nieve.



Fuente: Ideam, 2019.

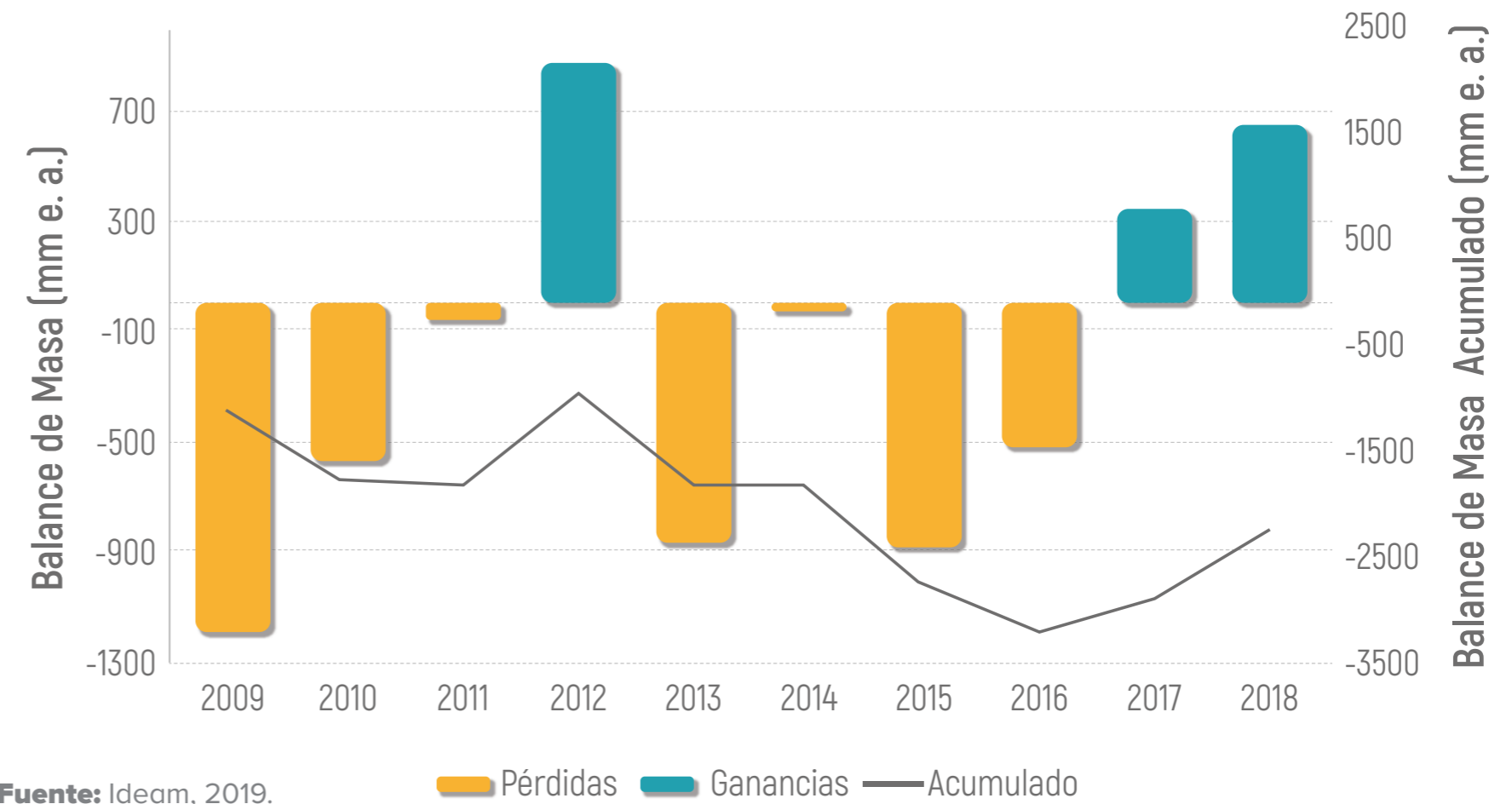
Se ha podido establecer que el glaciar Ritacuba Blanco ganó 656 mm e. a. a lo largo del año. Igualmente, se estima que el espesor del hielo se mantuvo en equilibrio, ganando unos 30 cm aproximadamente. La Zona de Equilibrio se calculó a 5.027 m de altitud en promedio.

En resumen, las ganancias de masa, aunque mínimas, demuestran una tendencia histórica de este glaciar a ser más estable y evidenciar pérdidas menores que el antes referido a Conejeras.



Figura 5.7.

Balance de Masa Anual del glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.



VOLCÁN NEVADO SANTA ISABEL, EL CASO MÁS CRÍTICO⁵

La observación de la dinámica glacial, tanto directa como indirecta que adelanta el Ideam, ha permitido identificar ciertas particularidades en la evolución de cada una de las masas glaciares del país, destacándose recientemente el caso crítico del volcán nevado Santa Isabel (Parque Nacional Natural los Nevados, cordillera Central).

El cálculo de área de este glaciar mediante el uso de imágenes satelitales muestra que entre enero de 2016 y junio de 2017 se extinguió 0,36 km² (35 %) y su espesor de hielo (para el sector de observación detallada –Conejeras–) disminuyó 10,7 m en promedio. Comparando la evolución histórica, se evidencia que en la última década el Santa Isabel ha reducido su área 75 % y en dos décadas 87 %, poniendo en evidencia su crítica situación.

La significativa reducción de área y espesor de este glaciar se exacerbó por el efecto de variabilidad climática interanual ENSO “El Niño” 2015-2016, que con condiciones de poca nubosidad, menor precipitación y alta radiación aceleró el proceso de fusión del hielo (figura 5.8).



Figura 5.8.

Ceniza volcánica sobre el glaciar Santa Isabel en 2017.



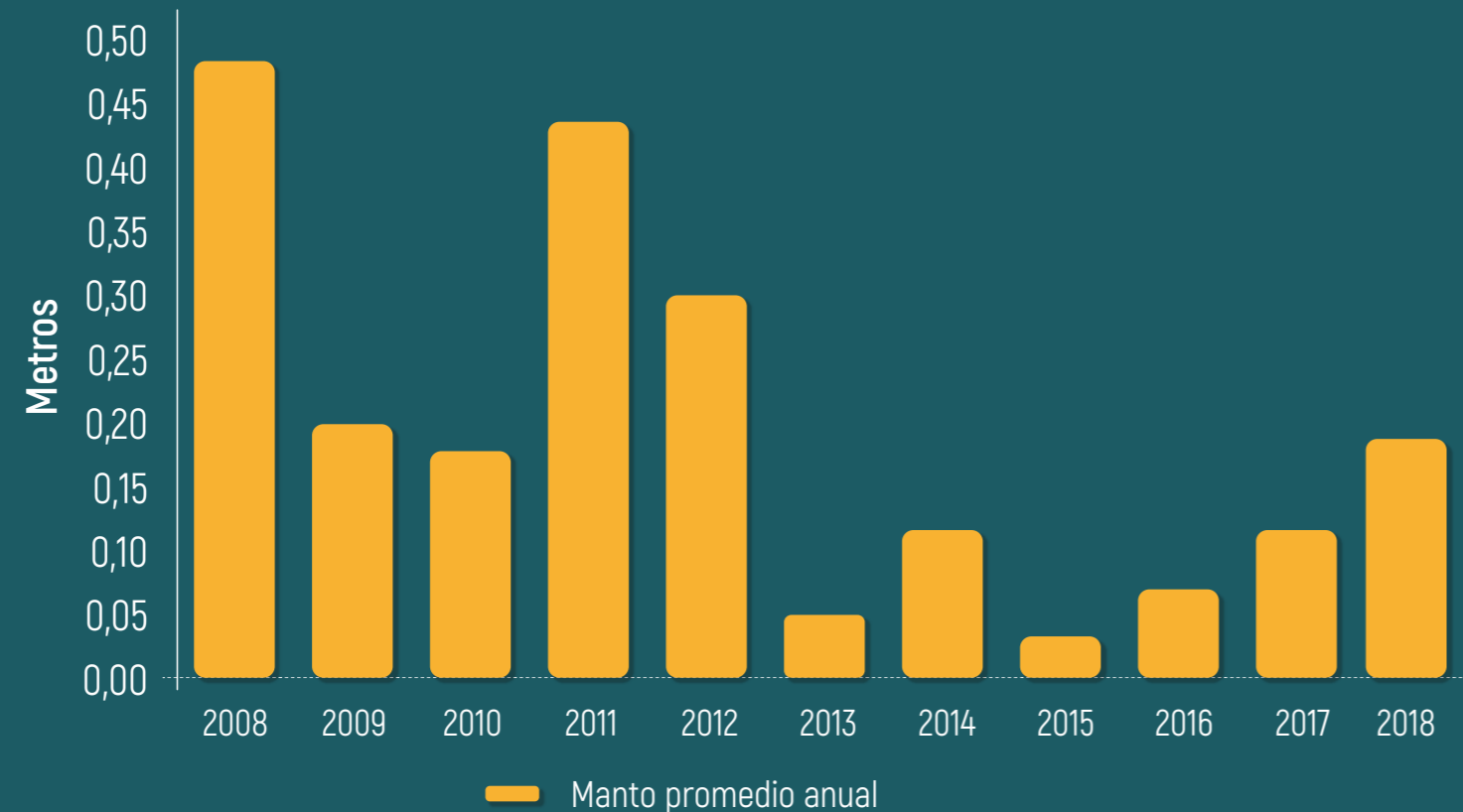
Fuente: Ideam, 2019.

Comparando la evolución histórica, se evidencia que en la última década el volcán Santa Isabel ha reducido su área 75 % y en dos décadas 87 %, poniendo en evidencia su crítica situación.

⁵ Preparado por el Ideam: Jorge Luis Ceballos Liévano, Henry Oswaldo Benavides Ballesteros, Francisco Rojas Heredia, Alejandro Ospina Niño.

**Figura 5.9.**

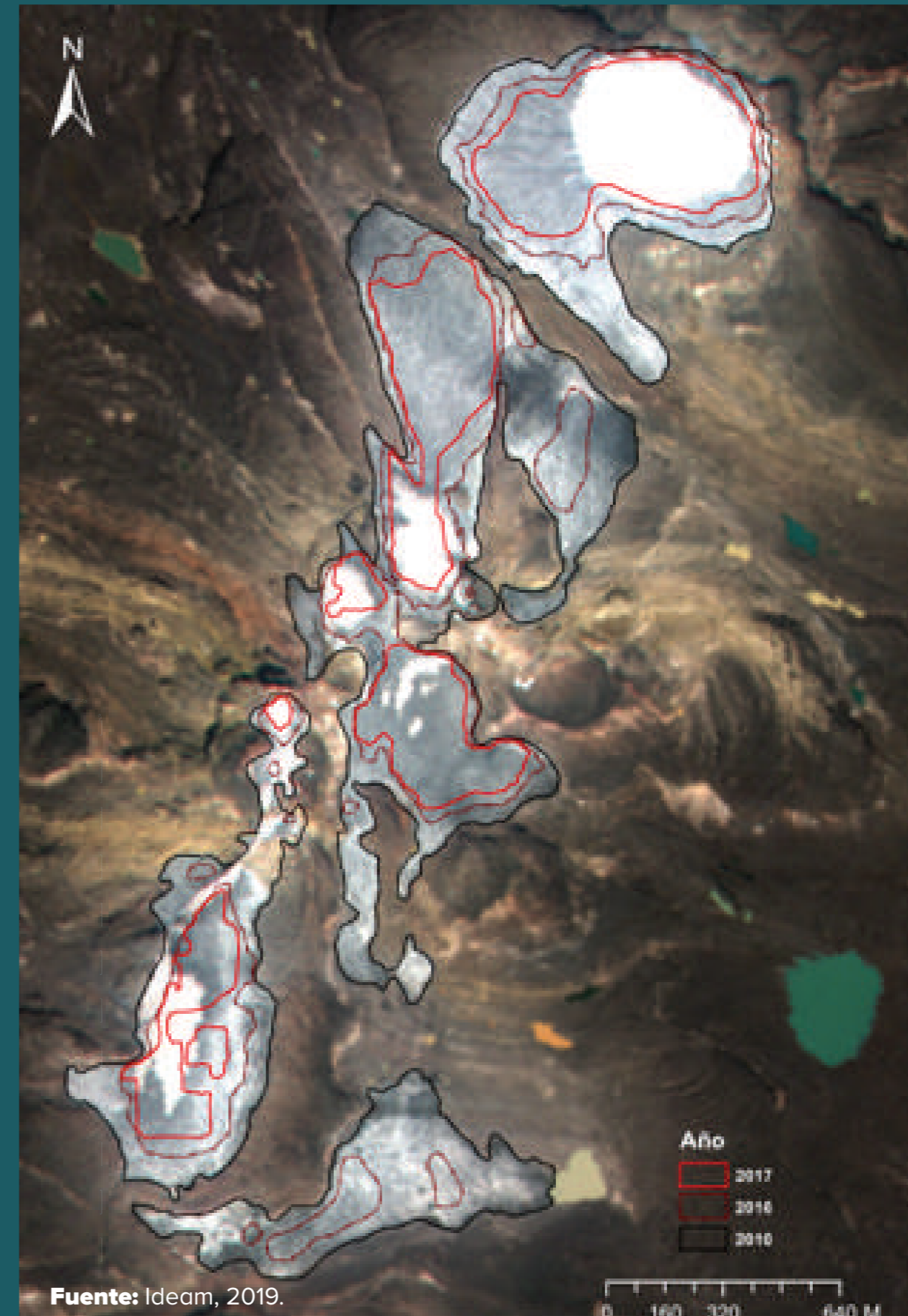
Manto de nieve promedio anual sobre el glaciar Santa Isabel, sector Conejeras.



Fuente: Ideam, 2019.

**Figura 5.10.**

Espacio mapa del volcán nevado Santa Isabel. Cobertura glaciar para los años 2010, 2016 y 2017.



Adicionalmente, las mediciones mensuales in situ de nieve acumulada sobre el glaciar indican una continua reducción durante los últimos años, con un periodo crítico en 2015 y 2016 (figura 5.9). El proceso de derretimiento fue agravado por la presencia de ceniza volcánica sobre la superficie del hielo que disminuyó considerablemente el albedo (variable que controla la fusión glaciar). En 2017 y 2018 se evidenció un ligero aumento en la precipitación y acumulación de nieve, coincidentes con las temporadas de lluvia de la región Andina y que posteriormente se fundieron durante los siguientes periodos secos. Actualmente el volcán nevado Santa Isabel no sobrepasa los 5.000 metros de altitud, situación que lo hace aún más vulnerable a las condiciones climáticas adversas y su rápida extinción (figura 5.10).

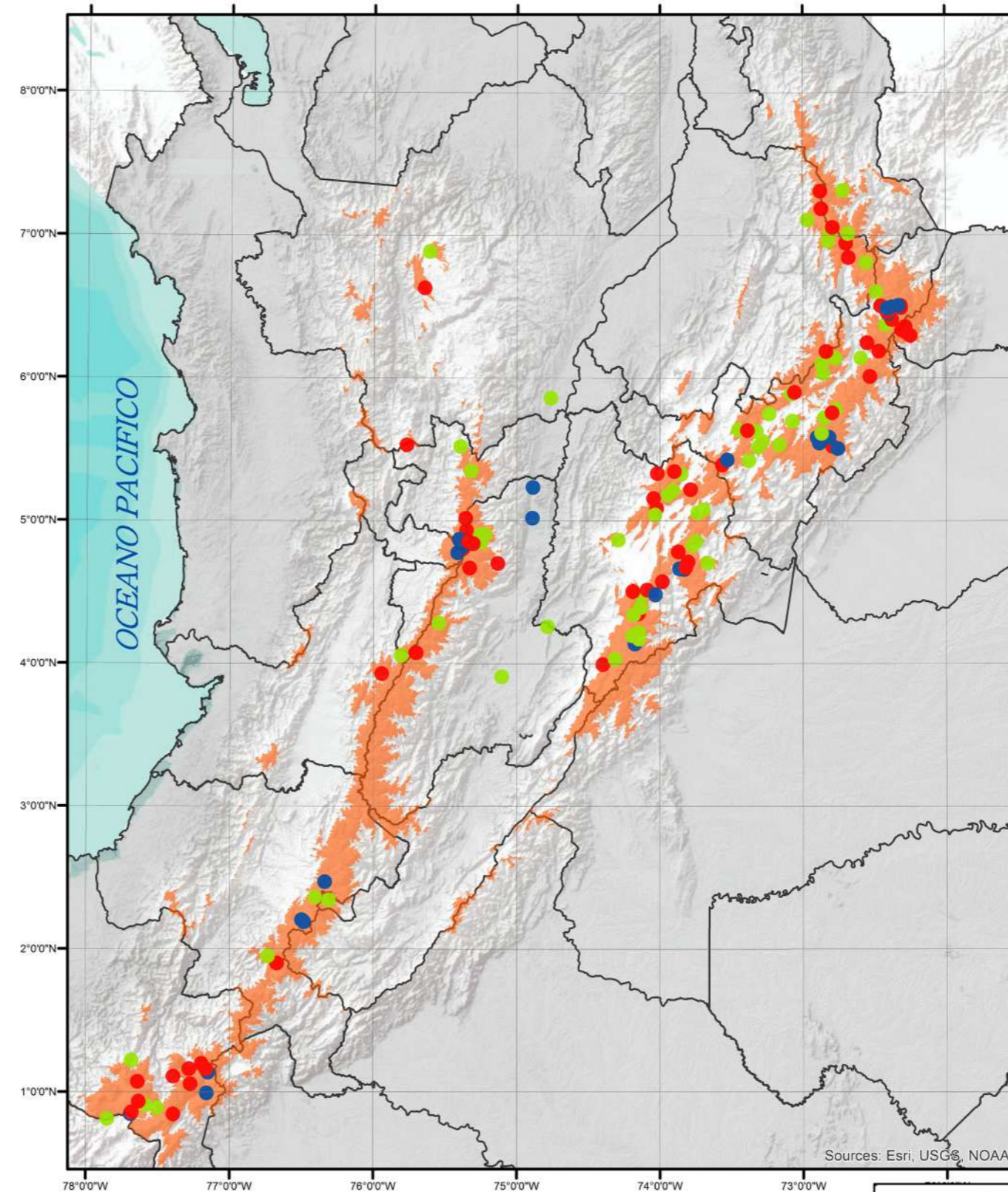
LA ALTA MONTAÑA Y EL DERRETIMIENTO DE LOS GLACIARES: LA EVIDENCIA MÁS IMPORTANTE DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PAÍS⁶

La alta montaña colombiana, por su naturaleza, es considerada como un sistema particularmente sensible al cambio climático. Se pronostica que la magnitud del cambio climático en las montañas altas de los Andes tropicales será de las más graves a nivel mundial, por lo que los registros ambientales que de allí se obtienen son de vital importancia para comprender mejor sus impactos. Por ello el Ideam mantiene una red especializada de estaciones hidrometeorológicas que aportan esos datos necesarios: 162 estaciones por encima de los 2.800 m s. n. m., cuyos datos evidencian una fuerte correlación entre varios fenómenos asociados al cambio climático, como el retroceso glaciar, el incremento de la temperatura y la disminución de la precipitación (figura 5.11).

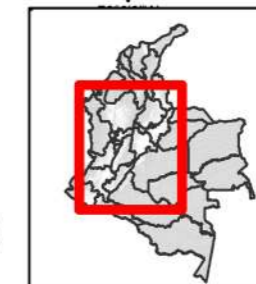


Figura 5.11.

Estaciones hidrometeorológicas del Ideam en la alta montaña colombiana



RED DE ESTACIONES
HIDROMETEOROLOGICAS
EN ALTA MONTAÑA
(Por encima de 2800 m.s.n.m.)



⁶ Preparado por el Ideam: Jorge Luis Ceballos Liévano, Henry Oswaldo Benavides Ballesteros, Francisco Rojas Heredia, Alejandro Ospina Niño.

El Ideam mantiene una red especializada de 162 estaciones hidrometeorológicas por encima de los 2800 m s. n. m., cuyos datos evidencian una fuerte correlación entre varios fenómenos asociados al cambio climático, como el retroceso glaciar, el incremento de la temperatura y la disminución de la precipitación.

De esta red se destacan dos estaciones por su larga serie de datos (cuatro décadas), altitud y cercanía a glaciares: “Las Brisas” (4.141 m s. n. m.; glaciares Ruiz y Santa Isabel) y “Sierra Nevada El Cocuy” (3.716 m s. n. m.), que han registrado importantes incrementos en la temperatura máxima (asociada al día), cercanos a un grado Celsius por década (tabla 5.2). A su vez, en la temperatura media se registran incrementos entre 0,2 y 0,3 °C, mientras en la temperatura mínima (asociada a la noche y madrugada) la señal no es clara. Adicionalmente, existe una tendencia a la disminución de eventos extremos de lluvia (por ejemplo, aguaceros), contrario a lo que se evidencia en los

otros pisos térmicos inferiores. De la misma forma, se presenta la tendencia hacia la disminución de las precipitaciones anuales (tabla 5.3).

Esta dinámica atmosférica en la alta montaña impacta de manera especial al sistema más sensible: los glaciares. Estos responden con una acelerada disminución de su área y volumen. En tres décadas el área glaciar en Colombia se redujo 56 % aproximadamente. Quizás lo que más ha impactado a corto plazo a los nevados

ha sido el fenómeno de variabilidad climática “El Niño”, que incrementa el derretimiento y disminuye la precipitación y acumulación de nieve, la cual es fundamental en la “supervivencia” de un glaciar. Aunque la cantidad de nieve precipitada es diferencial en cada zona glaciar, se destaca durante “El Niño” 2015-2016 una mejor estabilidad para la Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán que para el glaciar Santa Isabel, en donde prácticamente no cayó nieve.



Tabla 5.2.

Tasa de cambio de la temperatura por década en la alta montaña (sector PNN los Nevados y PNN El Cocuy)

Estación meteorológica	Elevación (m s. n. m.)	Temperatura máxima	Tendencia en °C/10 años			Fecha inicio	Fecha final
			Temperatura media	Temperatura mínima			
Las Brisas (Villamaría, Caldas)	4.141	(+) 0,99	(+) 0,20	(+) 0,13	oct-81	jul-15	
Sierra Nevada El Cocuy (Güicán, Boyacá)	3.716	(+) 0,88	(+) 0,33	(-) 0,22	jul-78	jun-17	

Fuente: Ideam, 2019.



Tabla 5.3.

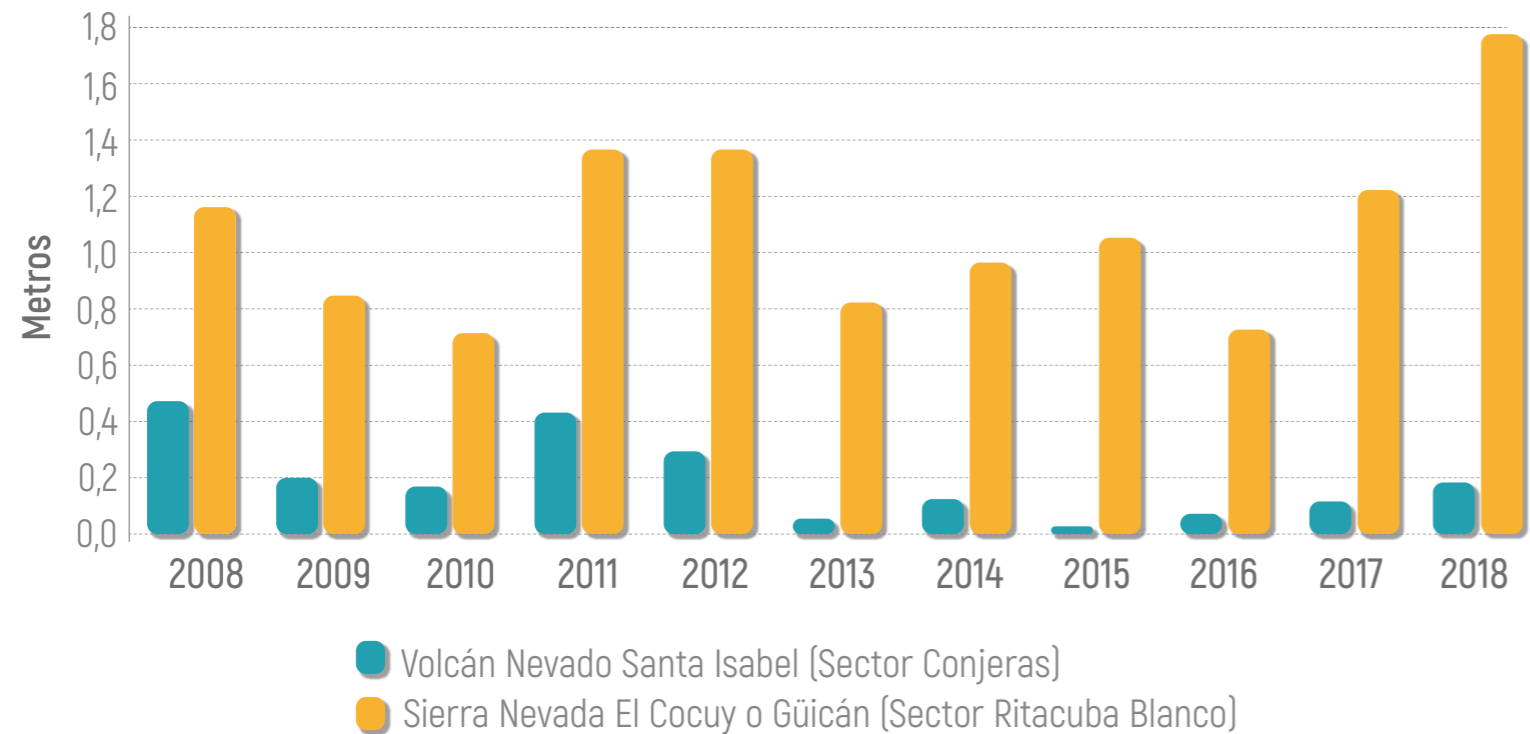
Tasa de cambio de la precipitación anual en estaciones ubicadas en la alta montaña

Estación meteorológica	Elevación (m s. n. m.)	Tendencia (milímetros/año)
Las Brisas (Villamaría, Caldas)	4.141	-2,8
Sierra Nevada El Cocuy (Güicán, Boyacá)	3.716	-13,6
El Cardón (Socotá, Boyacá)	3.590	-10,6
El Paraíso (Túquerres, Nariño)	3.120	-0,6
Cusagui (La Uvita, Boyacá)	2.950	-3,9
Granja San Jorge (Soacha, Cundinamarca)	2.900	-1,5

Fuente: Ideam, 2019.

**Figura 5.12.**

Manto de nieve anual promedio de los glaciares de estudio volcán nevado Santa Isabel (sector Conejeras) y Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Sector Ritacuba Blanco)



Fuente: Ideam, 2019.

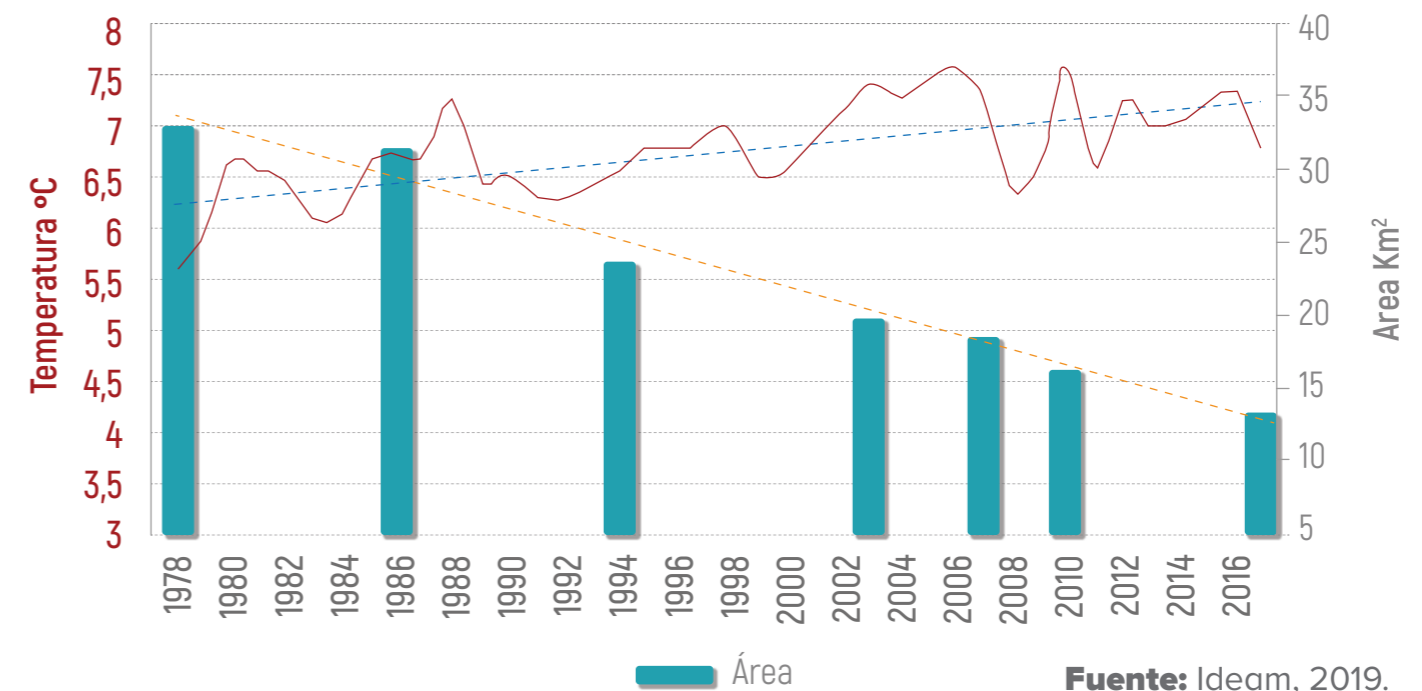
En conclusión, durante el 2018 los glaciares colombianos continuaron, en general, su disminución en área como resultado de su derretimiento. El volcán nevado Santa Isabel, localizado en el Parque Nacional Natural los Nevados (Caldas, Risaralda y Tolima), es el glaciar más crítico. Su rápido derretimiento está fuertemente influenciado tanto por el impacto del fenómeno climático extremo El Niño de 2015-2016, como por la cobertura de ceniza volcánica en su superficie. Durante 2018 las mediciones en campo en el sector Conejeras demostraron una disminución en el espesor del hielo de 3,8 m.

En contraste con lo anterior, se encuentra que el segundo glaciar en observación directa del Ideam, la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, presenta desde 2017 ganancias de masa como resultado de importantes precipitaciones y acumulaciones de nieve; el balance de masa positivo fue de 656 mm e. a.

Para la alta montaña, la red de estaciones meteorológicas del Ideam indica tendencia al aumento de la temperatura y disminuciones en las precipitaciones.

**Figura 5.13.**

Relación entre la temperatura media anual (Estación El Cocuy, 3.716 m s. n. m.) y cambio de área glaciar en la Sierra Nevada El Cocuy



Fuente: Ideam, 2019.



Fuente: Adobestock, banco de imágenes.

Referencias

Capítulo 5

- [1] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2019). *Balance de masa glaciológico: el estado de salud de un glaciar*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/balace-de-masa-glaciologico>
- [2] Francou, B. & Pouyaud, B. (2004). *Métodos de observación de glaciares en los Andes tropicales. Mediciones de terreno y procesamiento de datos* (1.ª ed., con la colaboración de Rodolphe Bucher, Bolívar Cáceres, Jean-Philippe Chazarin, Pierre Chevallier, Yann L'Hote, Abraham Machaca, Luis Maisincho, Javier Mendoza, Jaír Ramírez, Álvaro Soruco, Jean-Denis Taupin & Patrick Wagnon). Francia: Great Ice-IRD.

6

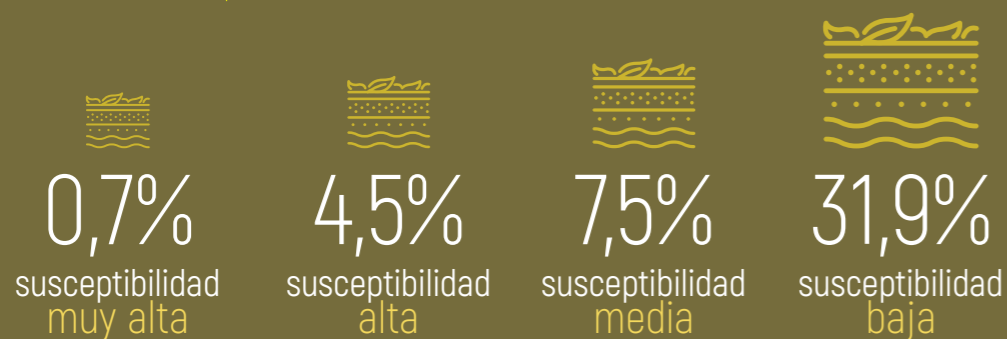
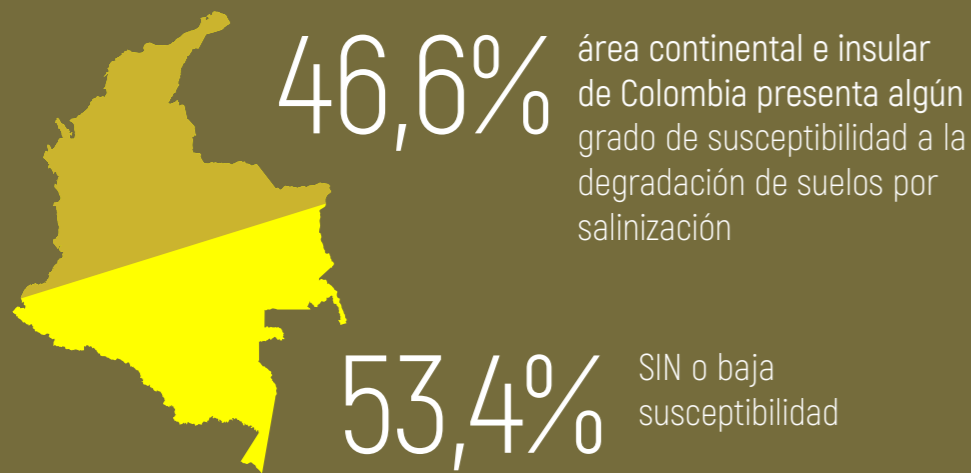
Cambios en los bosques y suelos colombianos: causas, agentes y relaciones ambientales clave



Autores del capítulo

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Adriana P. Barbosa, María T. Becerra, Édersson Cabrera Montenegro, Xavier Corredor, Alexánder Cubillos, Álvaro Andrés Cubillos Buitrago, María Alejandra Chadid, María Angélica Fernández, Cristhian F. Forero Castro, Carol A. Franco Aguilera, Gustavo A. Galindo García, Daniel Gama Beltrán, José Julián González Arenas, Angie Julieth Guevara Lozano, Paula Milena Hernández Marroquín, Leonardo Hurtado, José L. Hurtado Abril, Diana A. Lara López, Rosa Lozano, Luis Mario Moreno Amado, Fredy Hernando Neira Méndez, Claudia Patricia Olarte Villanueva, Javier Otero García, Iván Pérez, Juan P. Ramírez, Juan Pablo Rodríguez Garavito, Juan C. Rubiano Rubiano, Reinaldo Sánchez López, Ómar E. Sotelo Roncancio, César A. Valbuena Calderón, Lina K. Vergara Chaparro, Andrés C. Zuluaga, Edilneyi Zúñiga.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi): Uriel Gonzalo Murcia García, Jorge Eliécer Arias Rincón y Natalia Carolina Castillo Barrera.



Bosques naturales de Colombia cubren una inmensa parte de su territorio

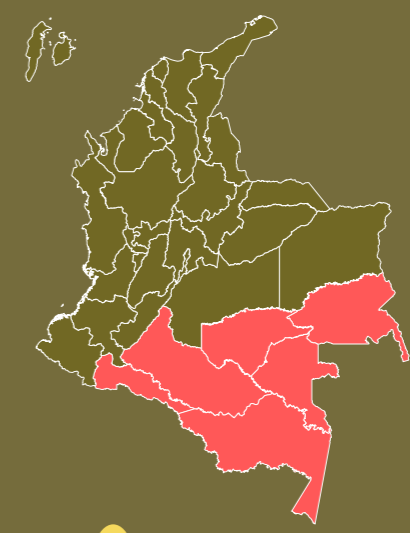
52,6% superficie continental e insular (2018)



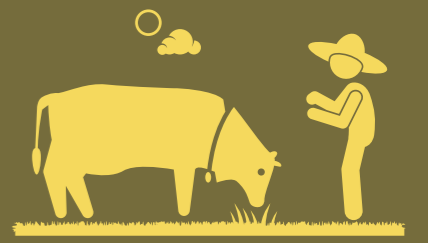
Esta transformación tiene sus raíces en la dinámica socioeconómica propia de cada región del país, que puede acentuar otras problemáticas ambientales asociadas con otros servicios ecosistémicos como la regulación de los flujos hídricos y la degradación de los suelos.



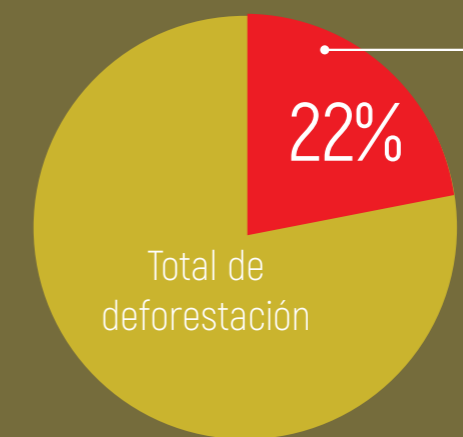
La deforestación en los municipios de San Vicente del Caguán, Cartagena del Chairá y San José del Guaviare disminuyó en 15.915 ha respecto a 2017, lo que representa el 70% de la reducción registrada en 2018.



La Amazonía colombiana es la región más afectada por la deforestación, principalmente a causa de la ampliación de la frontera agropecuaria en áreas no permitidas y malas prácticas de ganadería extensiva.



El Sistema de Monitoreo de Bosque y Carbono del Ideam analiza entre otros, las causas y los agentes de la deforestación, a partir de información socioeconómica regional, aplicando métodos de modelación para identificar las cadenas de eventos de deforestación, es decir, la secuencia de hechos o condiciones que concluyeron en la pérdida de cobertura boscosa.

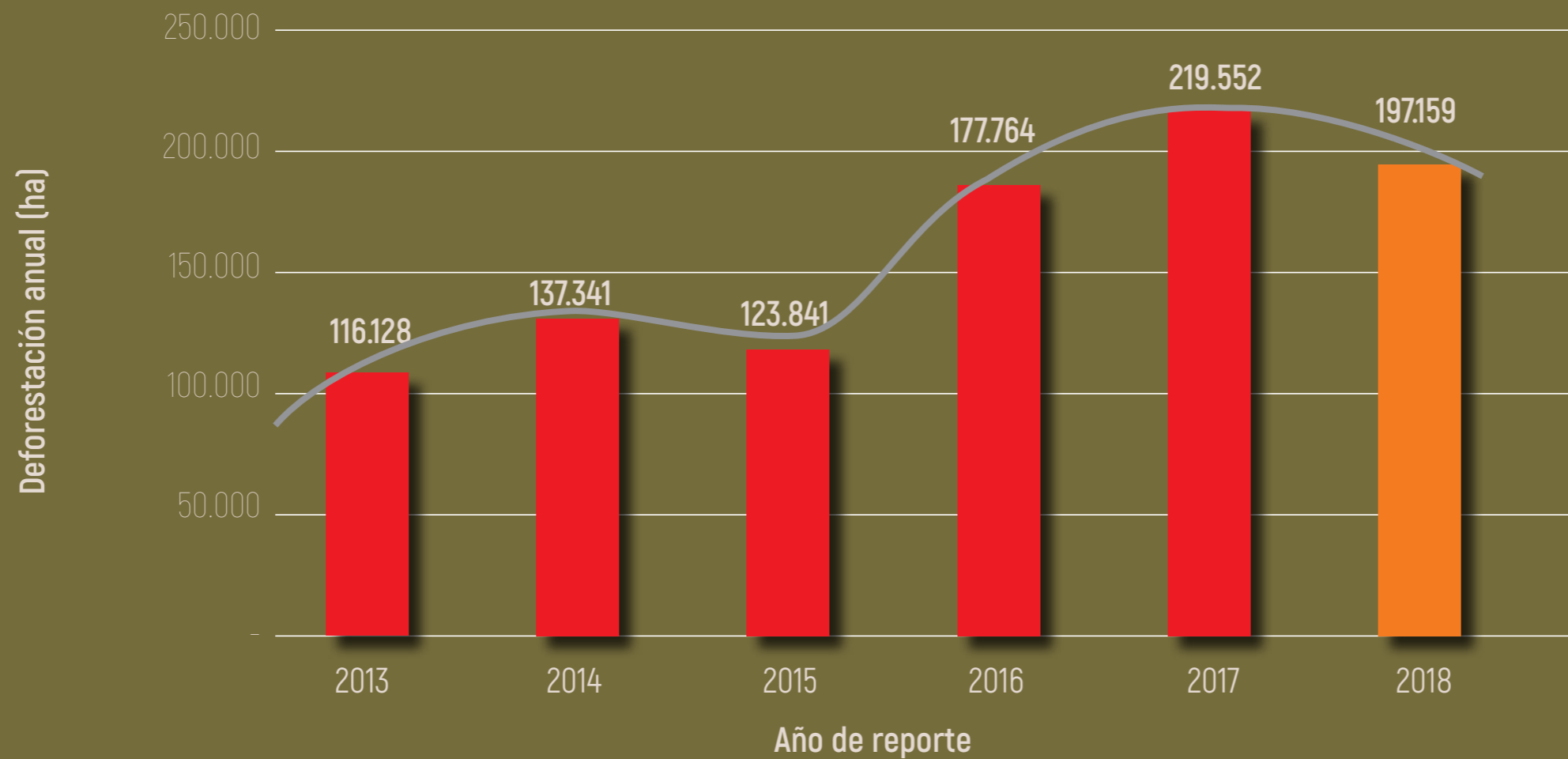


Coincidencia espacial con eventos de incendios y se distribuye de forma heterogénea a lo largo del país.



SUPERFICIE DEFORESTADA 2013-2018

Los resultados de monitoreo de la deforestación en 2018 en Colombia identifican una **reducción del 10%** comparados con los resultados de 2017.



Fotos: Banco de imágenes Imprenta Nacional AdobeStock tala de arboles,



El bioma de la Amazonia colombiana representó el **70%** de la deforestación nacional, identificándose una reducción de **5.971 ha** respecto de 2017.

San Vicente del Caguán, Cartagena del Chairá y San José del Guaviare, disminuyeron la deforestación en 15.915 ha respecto al 2017, lo que representa el 70 % de la de la reducción alcanzada en el 2018.



El pico histórico de deforestación para los últimos 18 años se registró en el año 2017 con 219.973 ha. El año 2018 muestra un retorno en la disminución de la deforestación.

SUSCEPTIBILIDAD A LA DEGRADACIÓN DE SUELOS POR SALINIZACIÓN: UNA ALERTA TEMPRANA PARA PREVENIR LA DEGRADACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS¹

La susceptibilidad a la salinización es la capacidad potencial o tendencia de los suelos a aumentar la concentración de sales por condiciones intrínsecas o factores externos biofísicos o antrópicos. El aumento de sales en los suelos genera cambios físicos, químicos o biológicos que pueden alterar la oferta natural de bienes y servicios ecosistémicos, así como alterar sus condiciones para su buen funcionamiento o incluso deteriorarlo gravemente.

La identificación de la susceptibilidad de los suelos a la degradación por salinización es un instrumento técnico que permite prevenir la degradación de estos y de los ecosistemas. Dado que el suelo es el soporte natural de gran parte de los ecosistemas, protegiendo el suelo, estaremos protegiendo los ecosistemas también.

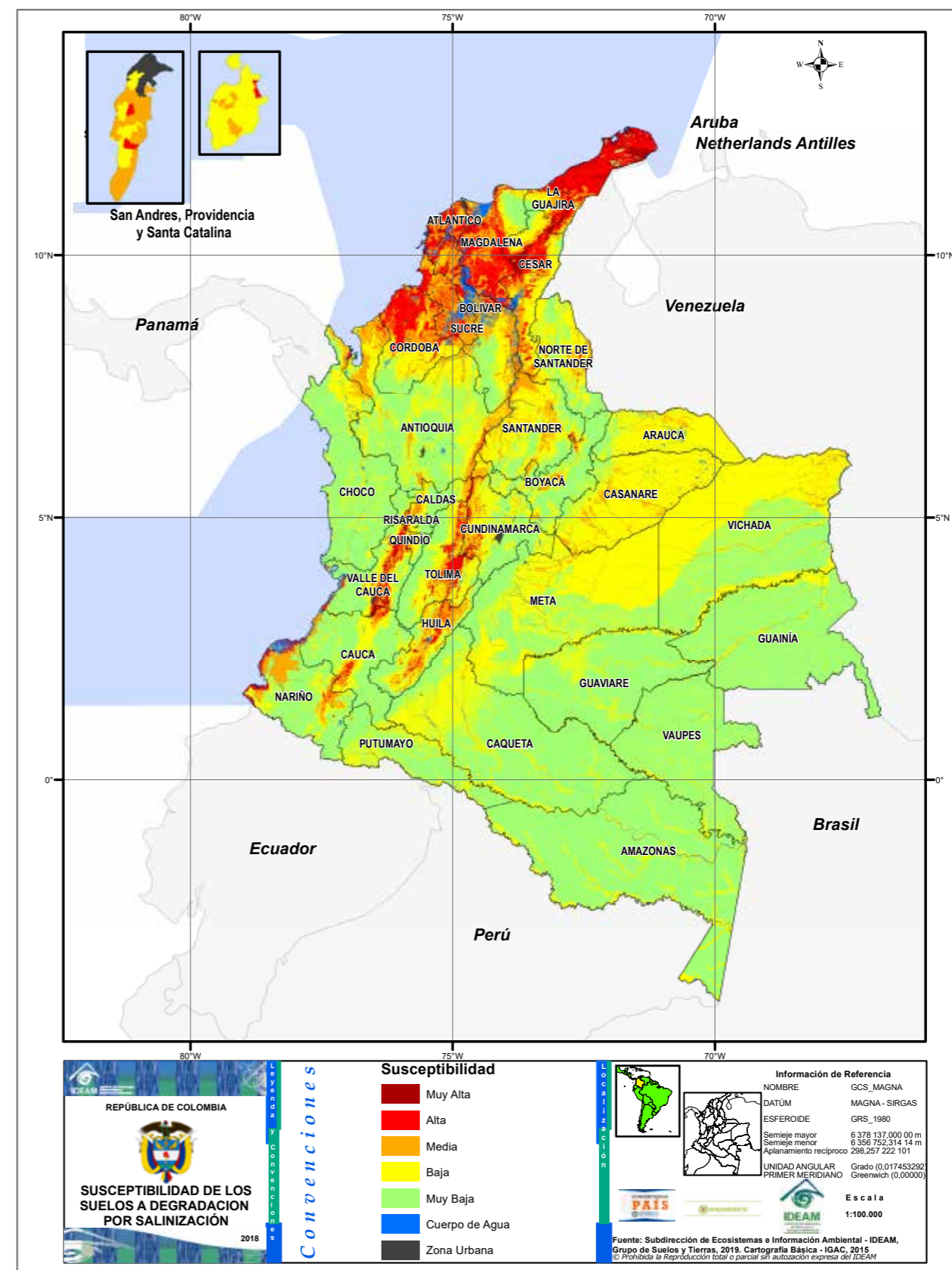
El Ideam, en el desarrollo de sus funciones, realiza el monitoreo y seguimiento del estado de los suelos en Colombia y para esto se elaboró el “Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por salinización” [1], en el que se propone el marco conceptual para Colombia, así como la metodología para la identificación, clasificación y evaluación de la degradación de los suelos por salinización.

Siguiendo los lineamientos del protocolo, se presenta la zonificación de la susceptibilidad de los suelos a la degradación por salinización elaborado a partir de un modelo, como insumo técnico para el primer Estudio Nacional de Degradación de Suelos por Salinización². En el modelo confluyen los factores que inciden en los procesos de degradación de suelos por salinización como el clima, el suelo, el uso y ocupación del suelo, el relieve, la calidad del agua y la geomorfología.

¹ Preparado por: Ideam - Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Reinaldo Sánchez López, Fredy Hernando Neira Méndez, Javier Otero García, Paula Milena Hernández Marroquín, Daniel Gama Beltrán y María Angélica Fernández.
² <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023871/023871.html>



Figura 6.1. Zonificación de la susceptibilidad de los suelos a la degradación por salinización a escala 1:100.000 (Ideam, 2018).



Fuente: Ideam, 2019

La identificación de las áreas susceptibles a la degradación de suelos por salinización es importante para prevenir la degradación, constituyéndose en una alerta temprana de la degradación de los suelos y los ecosistemas por procesos de salinización. Adicionalmente, la identificación y el análisis de la susceptibilidad a la degradación de suelos por salinización se consolida como base para:



1. Identificar el potencial de degradación de suelos por salinización especialmente para la determinación de medidas para la prevención y la adaptación a dinámicas extremas, como el cambio climático.
2. Identificar zonas propensas a degradación que permitan orientar planes o estrategias de prevención, manejo, restauración, recuperación, mitigación o adaptación de los suelos para mejorar las prácticas como la fertilización, el encalado o aplicación de enmiendas, del riego y del drenaje, entre otras.
3. Referente técnico para el ordenamiento ambiental del territorio (gestión del riesgo) así como para la planeación de actividades agropecuarias, mineras, extractivas, de exploración de pozos, infraestructura, entre otros.
4. Seleccionar y priorizar zonas para el monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos por salinización.



**Tabla 6.1**

Legenda de la zonificación de susceptibilidad de los suelos de Colombia a la degradación por salinización

Clase	Descripción general	Área (ha)	% área nacional
Muy alta	Suelos que por sus condiciones naturales, geomorfología con topografía plana; climas secos a áridos; edafogénesis salina; uso y manejo inadecuado, presentan una muy alta probabilidad de degradación por salinización y requieren priorización para acciones inmediatas de adaptación.	790.728,9	0,7
Alta	Suelos que por condiciones biofísicas de geomorfología con topografías planas a ligeramente inclinadas, de climas subhúmedos a secos y de ocupación y uso actual presentan alta probabilidad de degradación por salinización requieren acciones integrales de gestión preventivas o correctivas.	5.096.063,0	4,5
Media	Suelos que por condiciones biofísicas de geomorfología de clima subhúmedo, de cobertura, de ocupación y uso actual presentan una probabilidad moderada de degradación por salinización y requieren acciones integrales de gestión sostenible prioritarias y preventivas.	8.531.656,4	7,5
Baja	Suelos que por sus condiciones naturales, de geomorfología, clima, cobertura y ocupación actual tienen poca probabilidad de presentar degradación por salinización y requieren prever acciones integrales de gestión sostenible en el largo plazo.	36.379.944,8	31,9
Muy baja	Suelos que, por sus condiciones naturales, de geomorfología, clima, cobertura y ocupación actual, tienen muy poca probabilidad de presentar degradación por salinización.	60.934.269,5	53,4

Fuente: Ideam, 2018.

De acuerdo con los resultados del mapa de susceptibilidad a la degradación de suelos por salinización, escala 1:100.000 [2], el 46,6% del área continental e insular de Colombia presentan algún grado de susceptibilidad, distribuidos de la siguiente manera: el 0,7% del área continental e insular de Colombia presenta susceptibilidad muy alta; le sigue la susceptibilidad alta en 4,5% del área del territorio continental e insular; el 7,5% del país presenta susceptibilidad media; 31,9% de Colombia presenta una susceptibilidad baja y el grado muy bajo o sin susceptibilidad se presenta en el 53.4% del total de los suelos del país.

Las áreas con susceptibilidad moderada y alta se consideran prioritarias para la implementación de medidas de gestión orientadas a la prevención de la degradación de los suelos por este proceso, ya que estos suelos pueden aumentar el grado actual, especialmente aquellos donde las actividades antrópicas están directa e indirectamente asociadas al aumento de salinización.



Fotos: Banco de imágenes Imprenta Nacional





Figura 6.2

Distribución de la susceptibilidad a la degradación de los suelos por salinización en Colombia. (Ideam, 2018).

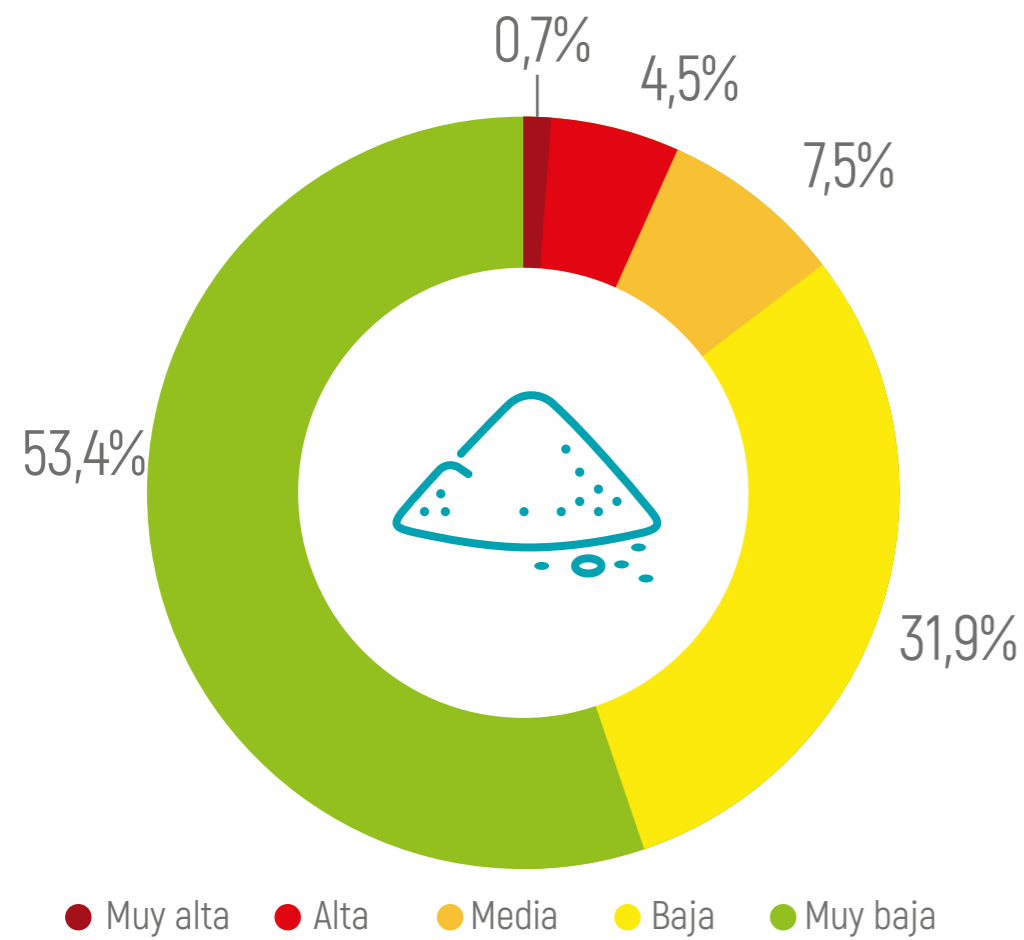
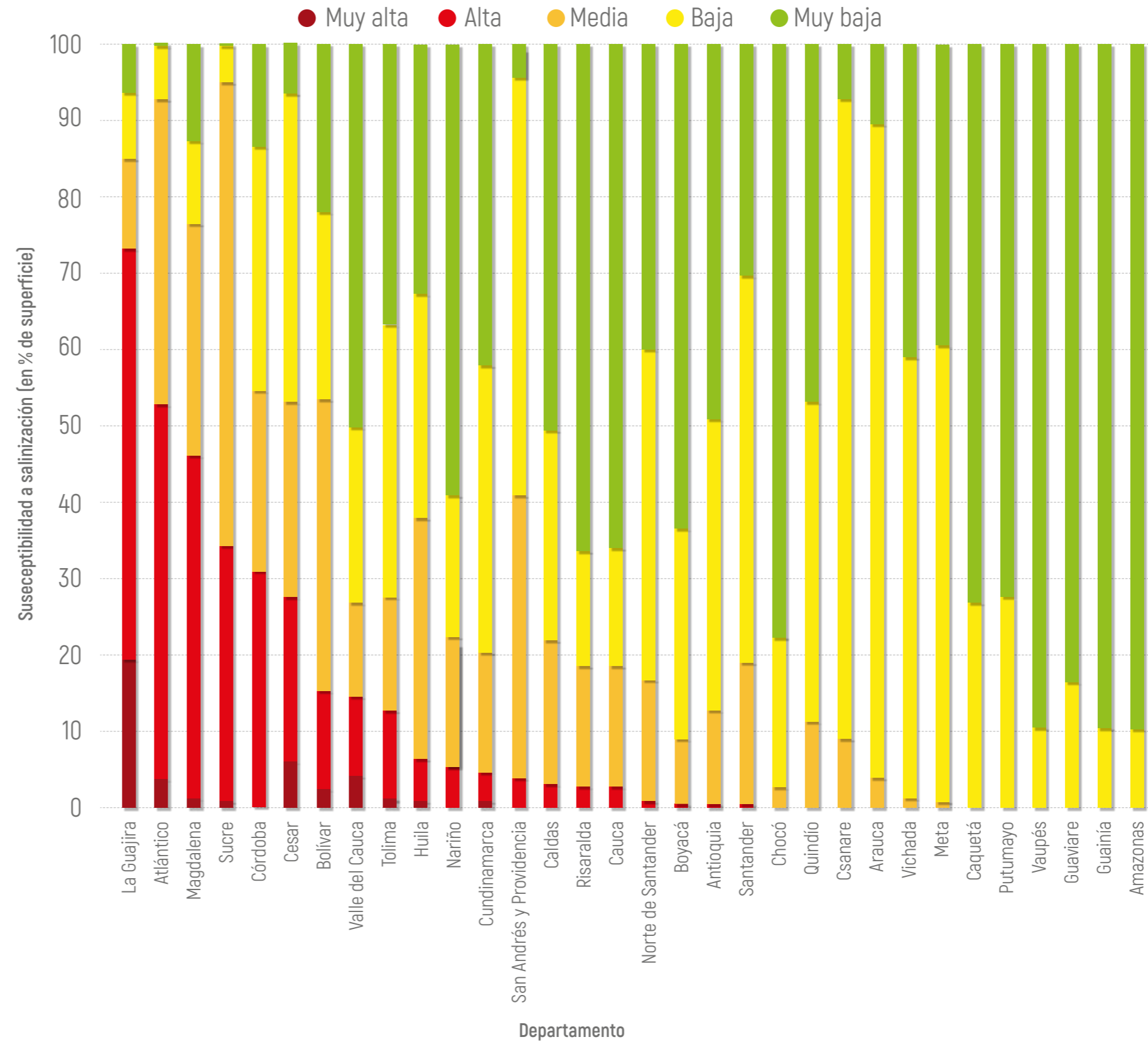


Figura 6.3

Proporción departamental del área de suelos susceptible a la degradación por salinización. (Ideam, 2018).





Para prevenir y mitigar la degradación de los suelos por salinización se sugiere promover e implementar prácticas de manejo sostenible de suelos y aguas con buenas prácticas para el uso sostenible de suelos como la disposición de las diferentes actividades de acuerdo con la oferta natural de los suelos; realizar prácticas de manejo con asistencia técnica; asegurar la calidad del agua de riego especialmente en zonas áridas, secas y subhúmedas secas; de igual manera el tratamiento de vertimientos al suelo; mantener la cobertura vegetal y el suministro de materia orgánica para disminuir la evapotranspiración y translocación de sales; prevenir o mitigar las inundaciones, especialmente en zonas de alta y moderada susceptibilidad.

Los departamentos con mayor porcentaje de su área susceptible a la degradación de suelos por salinización son: La Guajira, Atlántico, Magdalena, Sucre, Córdoba, Cesar y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, siendo La Guajira y Atlántico, los que presentan mayor probabilidad para desarrollar procesos de degradación de suelos por salinización.

En zonas de alta y muy alta susceptibilidad se sugiere promover la implementación de medidas de mitigación y adaptación relacionadas con variabilidad y el cambio climático, como las planteadas en el documento Conpes 3947 de 2018 denominado *Estrategias de actuación y coordinación para reducir las afectaciones ante la eventual ocurrencia de un fenómeno de variabilidad climática: El Niño 2018-2019*.

La zonificación de susceptibilidad de los suelos a la degradación por salinización es indicativa y de cubrimiento nacional; por lo anterior, para el desarrollo de actividades intensivas se sugiere realizar los estudios para la implementación de las prácticas de manejo integral específicas para cada suelo y cada uso o actividad.

MONITOREO DE BOSQUES Y CARBONO PARA COLOMBIA 2013-2018³

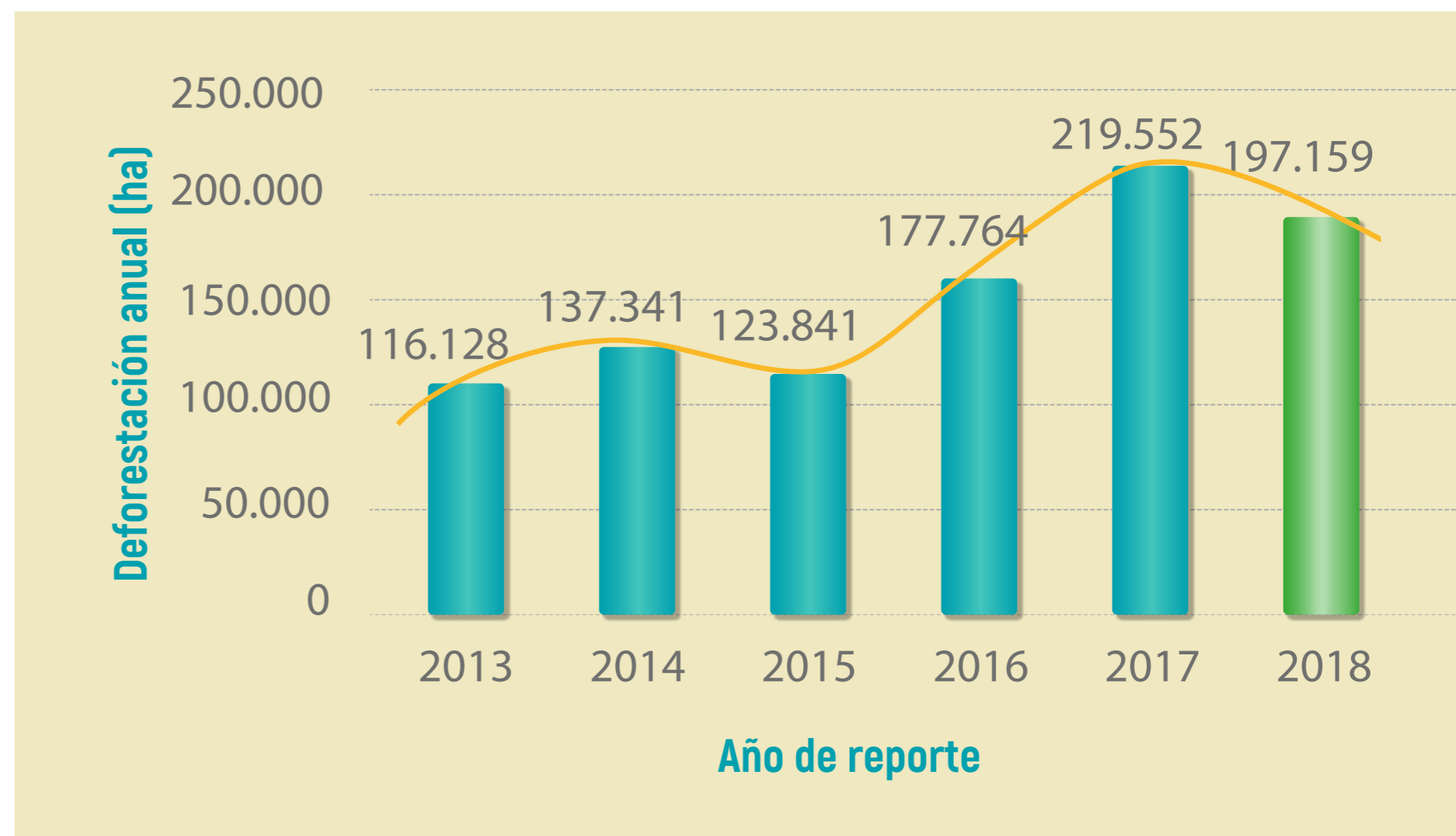
El Ideam en articulación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, desde el 2012 opera el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono para Colombia (SMBByC), como la herramienta funcional para generar información oficial anual sobre el monitoreo de la superficie de bosque y la deforestación, emitir reportes de alertas tempranas por deforestación, y estimar los contenidos de carbono y emisiones GEI relacionadas con los bosques naturales.

El SMBByC cumple con lo dispuesto en las decisiones relevantes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), por sus siglas en inglés, en su guía de las buenas prácticas, y operando bajo los principios de transparencia, completitud, comparabilidad, consistencia y precisión. Asimismo, es una operación estadística avalada por el DANE y es información oficial para la toma de decisiones en Colombia. Para la generación de este tipo de información, el SMBByC desarrolló una metodología específica mediante un protocolo de procesamiento digital de imágenes de satélite, públicamente disponible en: <https://bit.ly/2LW7rVx>



Figura 6.4

Comportamiento de la deforestación histórica en Colombia periodo 2013-2017. (Fuente Ideam, 2018).



La información generada por el SMBByC le permite al Ideam efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la nación, en especial los relacionados con recursos forestales; generando estadísticas, reportes, mapas e informes oficiales que dan cuenta de su estado y dinámica. Así por ejemplo la figura 6.4 presenta el comportamiento de la deforestación en Colombia en los últimos cinco años. En este sentido, se presentan los resultados más recientes del monitoreo de ecosistemas forestales, facilitando la disponibilidad de información básica orientada a la toma de decisiones. Mayor información de los indicadores puede ser consultada en: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/ecosistemas-recursos-forestales>.

¿Cuál es la superficie de bosque natural en Colombia?

Corresponde a la actualización del indicador “Superficie cubierta por bosque natural (PSBN)” para el año 2018. Este indicador permite conocer el porcentaje de la superficie del país que cuenta con cobertura de bosque natural, un dato clave para la planificación territorial.

De acuerdo con este indicador, la **superficie de bosque natural en Colombia para el 2018 es de 60'025.731 ha**, que representan el 52.6% del territorio continental e insular del país como se puede apreciar en la figura 6.10.

El análisis de este indicador a nivel departamental permite identificar que los departamentos de **Amazonas (97%), Vaupés (96%) y Guainía (93%) son los que tienen la mayor superficie de su territorio con bosques naturales**. Asimismo, son los departamentos de Atlántico (1.4%), Sucre (2.6%) y La Guajira (8.6%), los que cuentan con menor superficie de su territorio con bosque naturales.

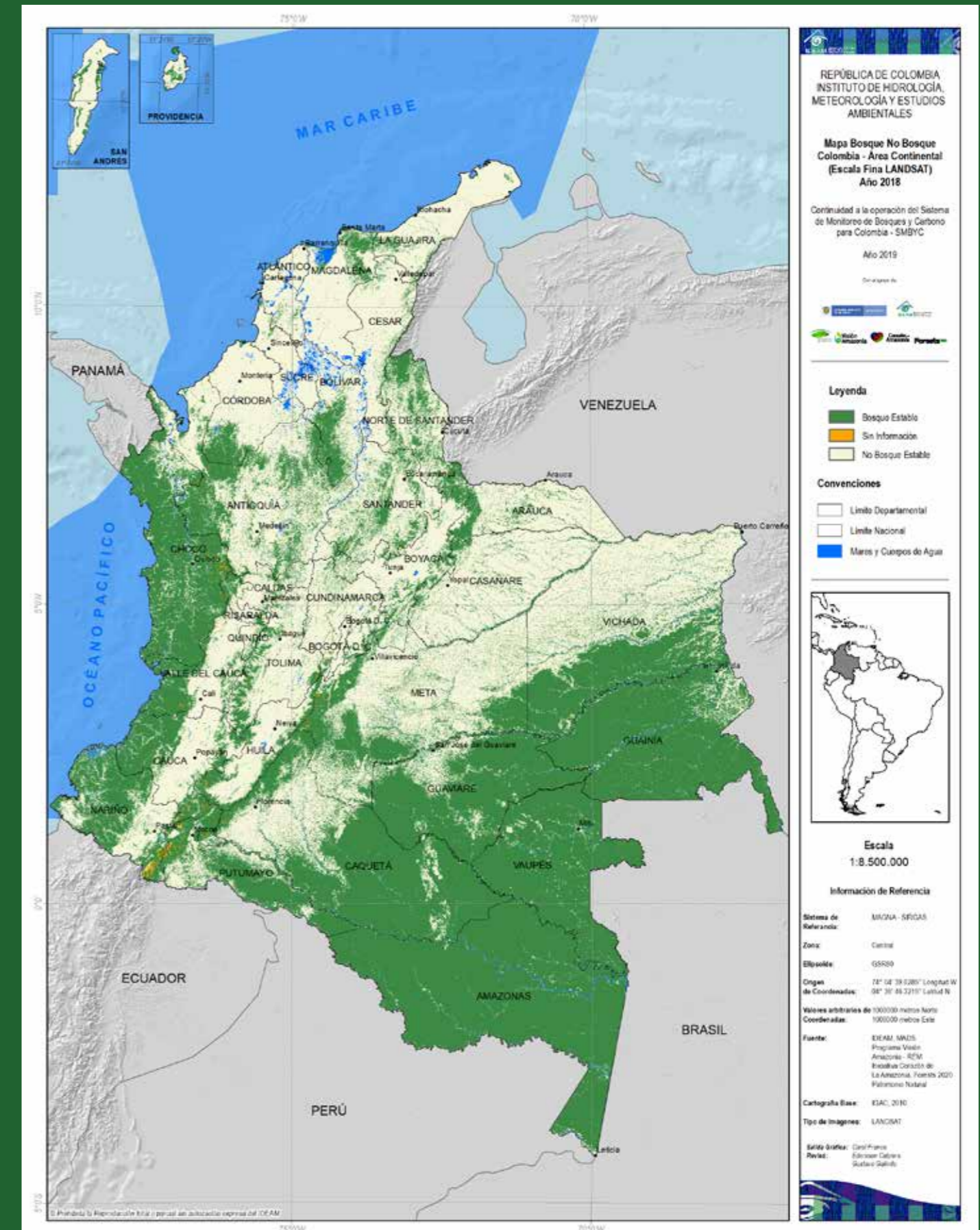
El monitoreo de este indicador resulta de especial importancia para el seguimiento a una de las metas establecidas a 2030 para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), relacionada con la conservación de al menos el 50% del territorio continental e insular cubierto por bosques.

52,6% superficie continental e insular de Colombia se reporta como **bosque natural** para el 2018, lo que **posiciona al país como un territorio principalmente forestal**




Figura 6.5

Mapa superficie cubierta por bosque natural, 2018.

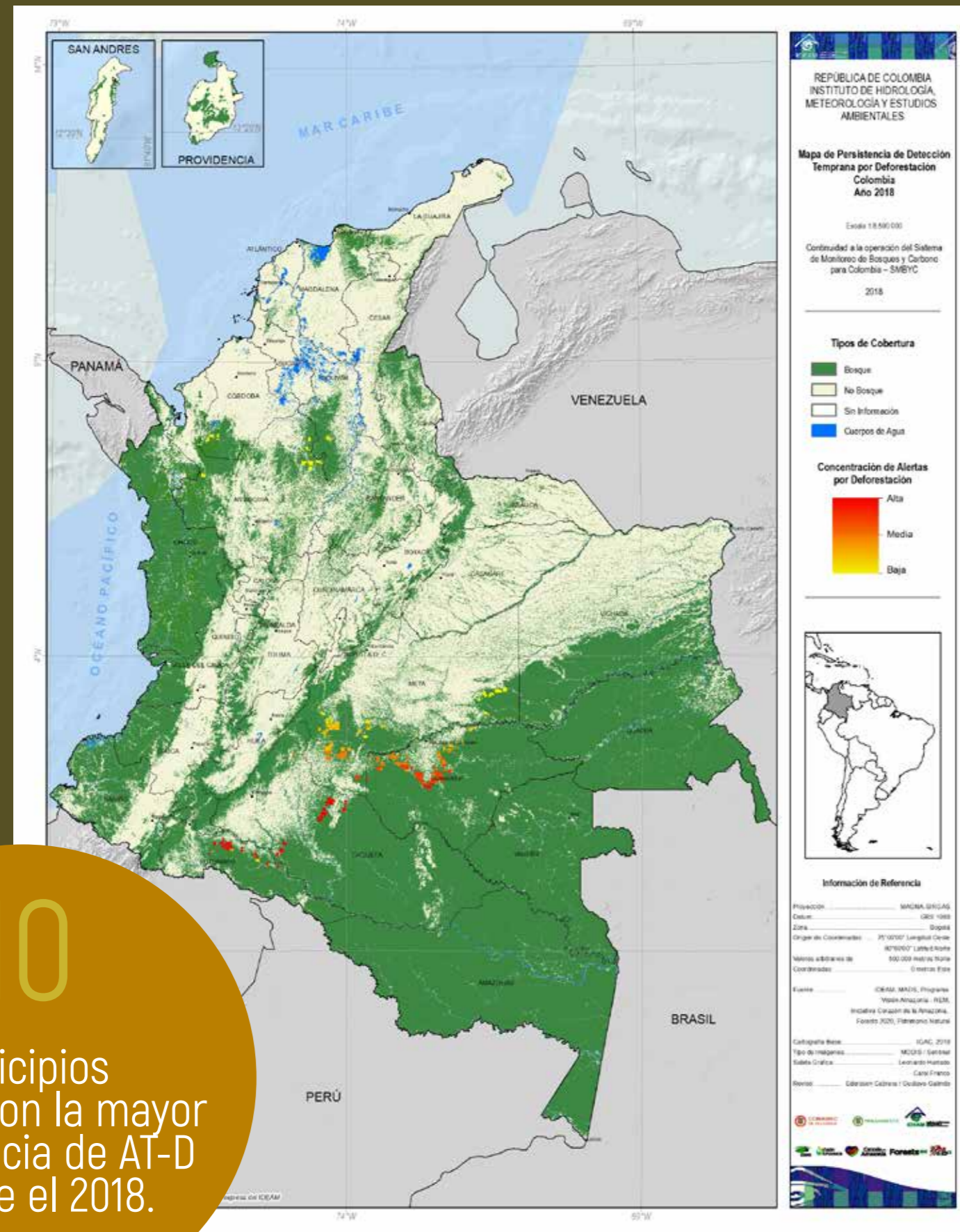


Tonalidad verde: Bosque natural, beige: otras coberturas; naranja: Áreas sin información.

Fuente: Ideam, 2019.

**Figura 6.6**

Mapa de persistencia de alertas tempranas de deforestación, 2018.



10
Municipios
presentaron la mayor
persistencia de AT-D
durante el 2018.

Fuente: SMBYC - Ideam, 2019

Persistencia de alertas tempranas de deforestación año 2018⁴

9 Departamentos que concentraron la mayor persistencia de Alertas Tempranas de Deforestación [AT-D] durante los cuatro trimestres de 2018: Caquetá, Guaviare, Meta, Putumayo, Nariño, Chocó, Córdoba, Norte de Santander y Antioquia.

Análisis de la tendencia

Durante el 2018 se identificó una disminución en la concentración de las alertas tempranas de deforestación, en los cinco biomas del país. Durante los cuatro trimestres de 2018 el Ideam generó cuatro Boletines de AT-D, identificando una alta persistencia de las AT-D en la región Amazonia, especialmente en 34 municipios de nueve departamentos, donde para cada trimestre se detectó al menos una alerta. Se reporta una alta recurrencia de detecciones tempranas de deforestación en los municipios de San José del Guaviare (Guaviare), Tibú (Norte de Santander), La Macarena (Meta), Calamar (Guaviare), Puerto Guzmán (Putumayo), El Retorno (Guaviare), Uribe (Meta), Mapiripán (Meta), San Vicente del Caguán (Caquetá) y Segovia (Antioquia), en orden descendente de intensidad.

En el ámbito departamental, la mayor persistencia en las detecciones tempranas de deforestación se presentó en Guaviare, Meta, Norte de Santander, Putumayo y Antioquia, en orden descendente de intensidad. A nivel local, las veredas San Antonio Alto e Itilla (Calamar), Sabanas de San Ignacio (Mapiripán), Parque Tinigua (La Macarena), Agua Bonita Baja (El Retorno) y baldíos de la nación (Segovia) fue donde se identificó un mayor número de eventos de deforestación, persistentes a lo largo del año. En la región Pacífica, se identifican AT-D sobre todo en cercanías a los ríos Atrato, Baudó y Quito. A nivel municipal, la mayor cantidad de AT-D persistentes se encuentran en los municipios chocoanos de Alto Baudó, Río Quito, Atrato, Lloradó, Nuquí, Bojayá y Juradó, en los antioqueños de Chigorodó y Mutatá, en el nariñense de Barbacoas y en el vallecaucano de Dagua.

En cuanto a la región Andina hay persistencia en las AT-D de los municipios de Frontino, Urrao y Dabeiba en el departamento de Antioquia.

4 Boletines
trimestrales de
AT-D generó el
Ideam durante
el 2018

⁴ Leonardo Hurtado, Gustavo Galindo G, Lina Vergara Ch., Xavier Corredor, Éderson Cabrera M., Carol Franco A.



Información disponible en:

<http://smbyc.ideam.gov.co/MonitoreoBC-WEB/pub/alertasDeforestacion.jsp>



Figura 6.7.

Tendencia histórica de la pérdida de bosque para los municipios con mayor deforestación en 2018

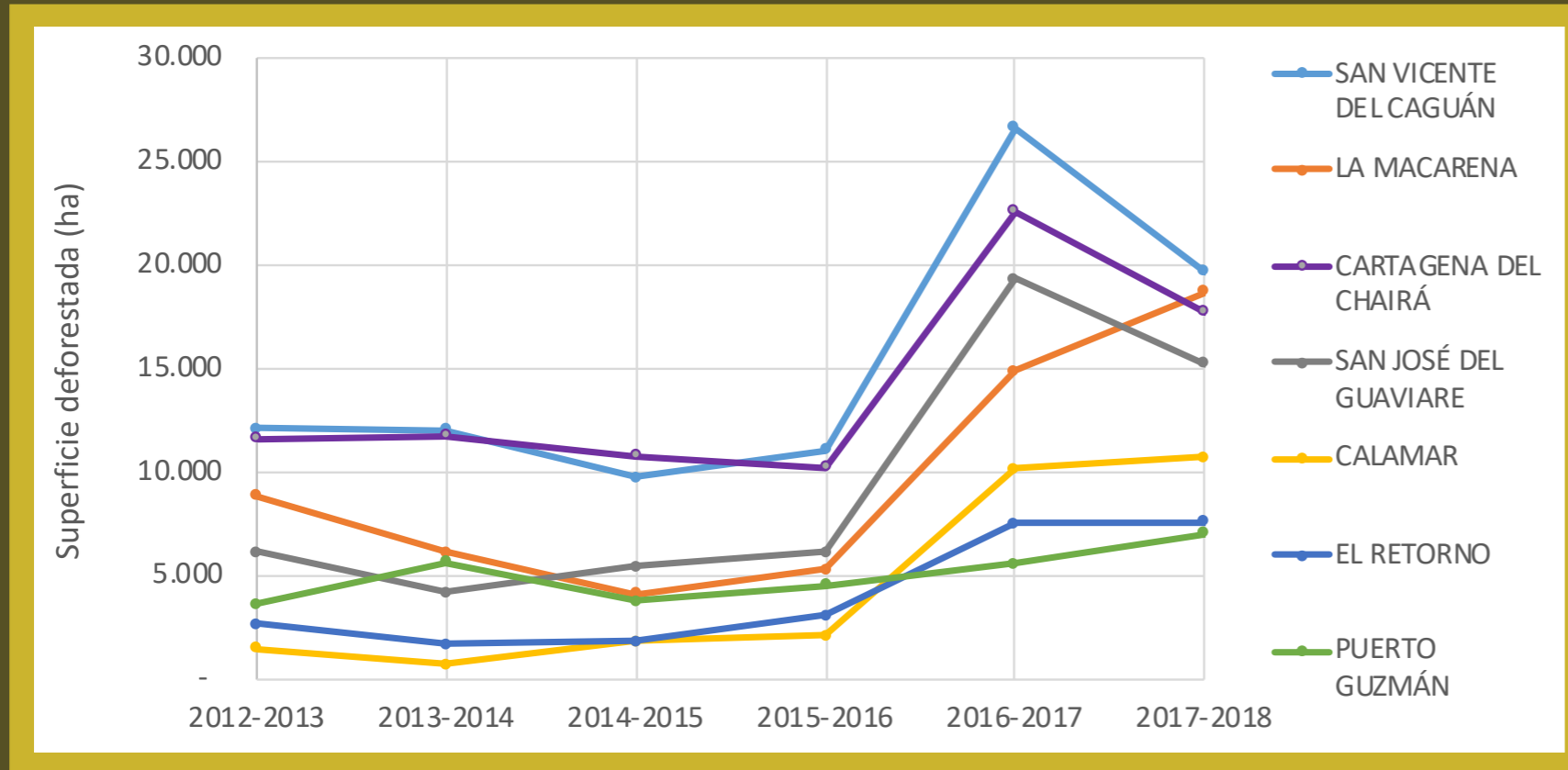
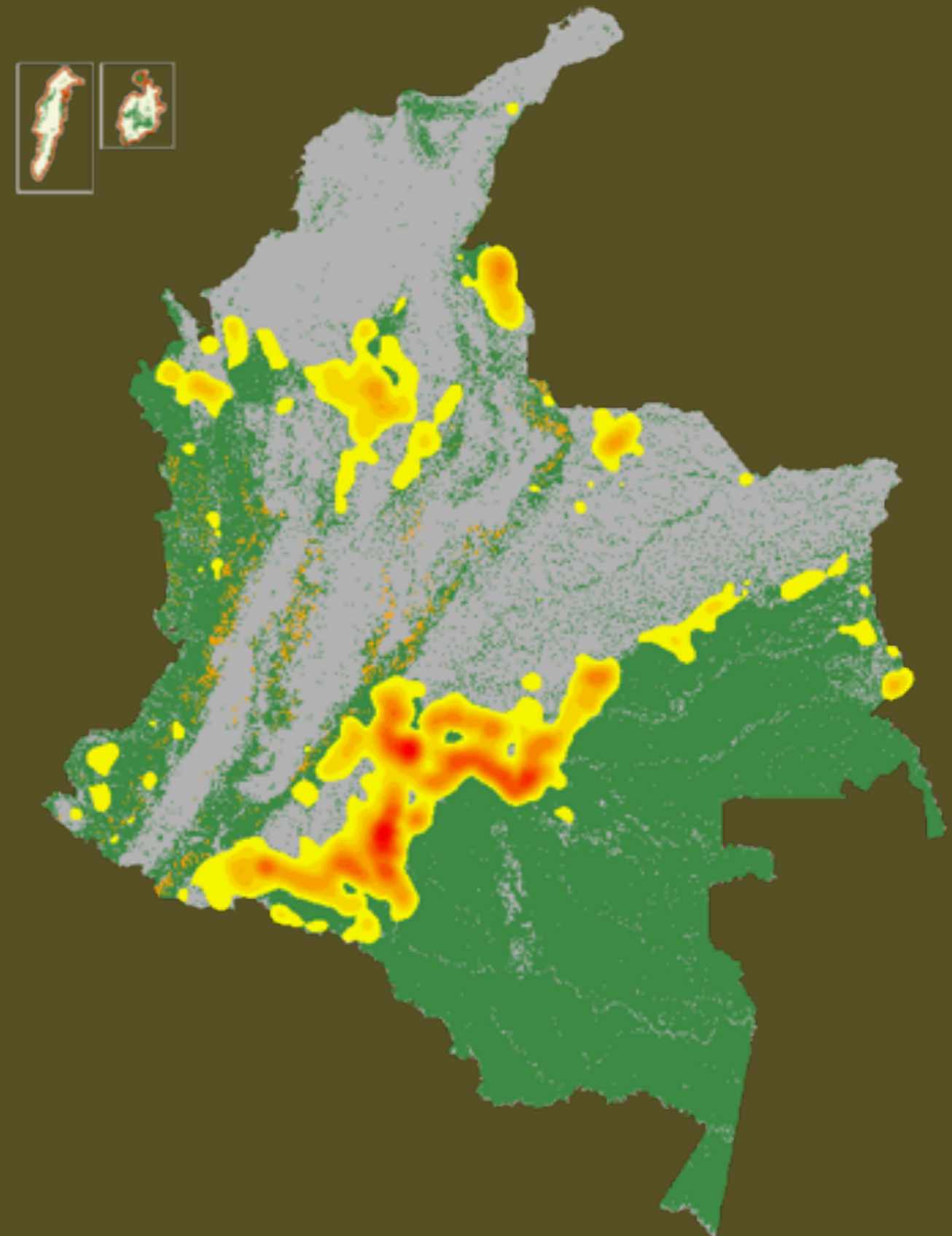


Figura 6.8.

Disminución de la deforestación en Colombia 2018.



¿Cómo se Monitorea el Bosque Natural en Colombia?⁵

El SMByC del Ideam presenta la actualización del indicador “Cambio en la superficie cubierta por bosque natural (CSBN)” para el año 2018 aplicando el protocolo de procesamiento digital de imágenes de satélite [4].

Durante el 2018 la deforestación en Colombia fue de 197.159 ha, identificándose una reducción del 10% respecto de la pérdida reportada para el 2017.

En términos de localización, para este año la deforestación se distribuye principalmente en las regiones de la Amazonia y los Andes, cerca del 70% de la deforestación se concentra en el denominado arco noroccidental de la Amazonia colombiana, como se puede apreciar en el mapa de la figura 6.9.

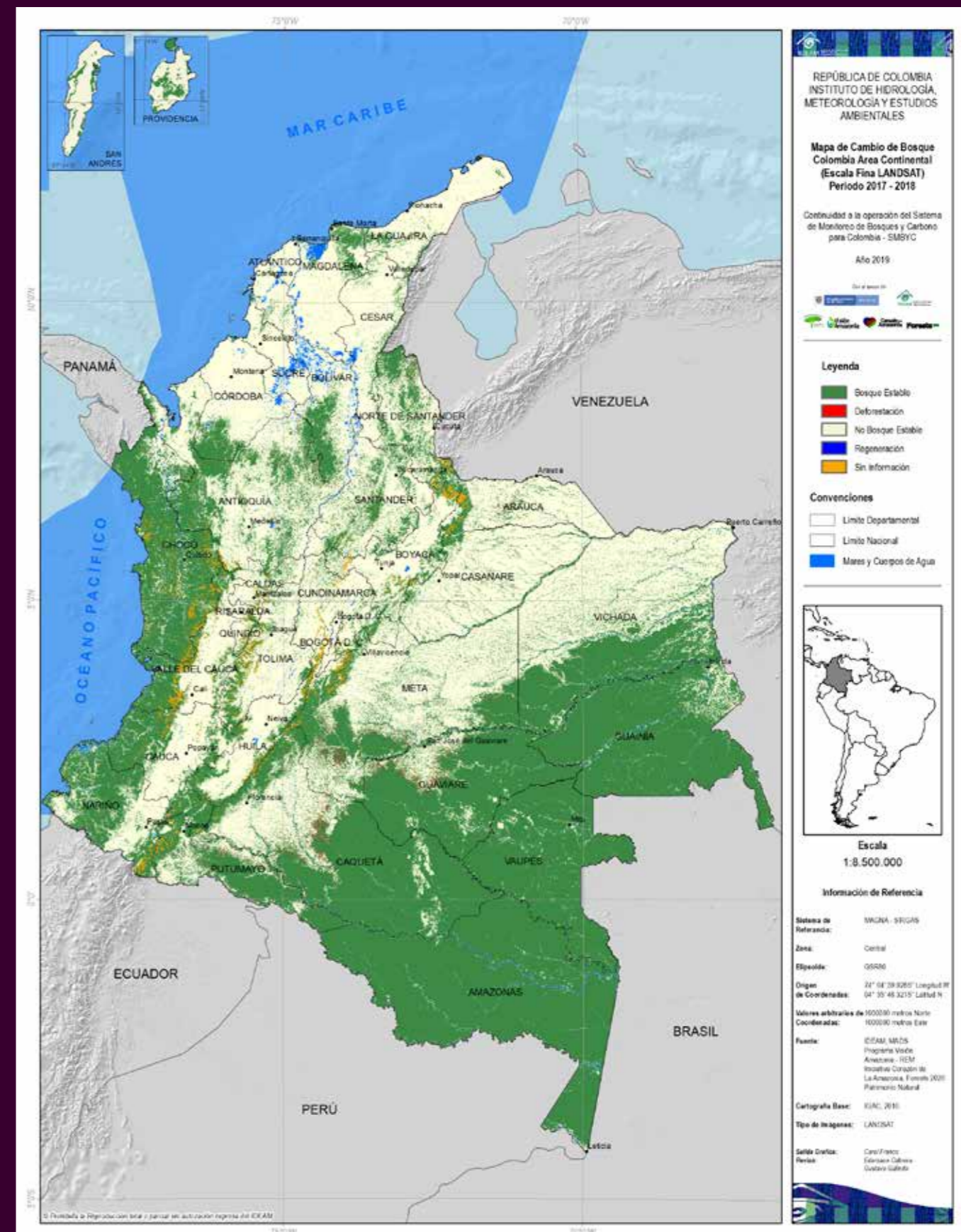
Es importante mencionar que la deforestación es ostensiblemente menor en áreas como Parques Nacionales Naturales, Resguardos Indígenas y consejos comunitarios de comunidades negras, comparada con la que ocurre en el resto del país.

Para 2018 los municipios que presentaron las mayores reducciones de la superficie deforestada fueron San Vicente del Caguán (Caquetá), Cartagena del Chaira (Caquetá), San José del Guaviare (Guaviare) y Riosucio (Chocó), respectivamente. Asimismo, se identifica que en 644 municipios se registró al menos una (1) hectárea deforestada; y que la jurisdicción de 25 de ellos se identifican como claves para el desarrollo de acciones de control efectivo e incentivo a la conservación del bosque.



Figura 6.9

Mapa. Cambio anual en la superficie cubierta por bosque natural, 2017-2018



Tonalidad verde: Bosque natural, beige: otras coberturas; rojo: Áreas deforestadas, naranja: Áreas sin información.

Fuente: Ideam, 2019

⁵ Gustavo A. Galindo García, José Julián González Arenas, Lina K. Vergara Chaparro, César A. Valbuena Calderón, Ómar E. Sotelo Roncancio, Crithian F. Forero Castro, Juan C. Rubiano Rubiano, Juan P. Ramírez, Andrés C. Zuluaga, Diana A. Lara López, Carol A. Franco Aguilera, José L. Hurtado Abril, Rosa Lozano, María Alejandra Chadid, Álvaro Andrés Cubillos, Iván Pérez, Alexander Cubillos, Edilneyi Zúñiga, Édersson Cabrera Montenegro, María T. Becerra, Adriana P. Barbosa.


¿Cómo es el cambio de tendencia de la deforestación en el año 2018?

Corresponde a la actualización más reciente del indicador “Tasa de deforestación (TD)”, que muestra la tasa o “velocidad” de la pérdida del bosque, y toma valores de porcentaje menores o iguales a cero. Valores menores a cero señalan pérdidas de superficie cubierta por bosque natural; el valor nulo o igual a cero significa que no existió deforestación en el periodo de análisis.

Los resultados para el 2018 permiten identificar que el valor de la tasa de deforestación fue de -0.33. Para el periodo 2014-2018 se identifica que el valor más alto se presentó en el año 2017 cuando se presentó un valor de -0,36, e indicando que en año 2018 se presenta un retorno a la reducción de la superficie deforestada.

Una de las mayores utilidades de este indicador es también comparar la deforestación entre territorios, por ejemplo, comparar la deforestación nacional frente a la que se presenta a nivel departamental. De acuerdo con este análisis de datos se identifican departamentos donde la deforestación es ostensiblemente menor como el caso de Amazonas (-0,01%), Vaupés (-0,02%) y Vichada (-0,16%). También, se pueden identificar departamentos donde la deforestación tiene la tendencia contraria como es el caso de Meta (-1,47), Putumayo (-0,78) y Guaviare (-0,73). Estos últimos territorios merecerían especial atención para la promoción de actividades de conservación de bosques ya que están por encima de la tasa de deforestación nacional, e incluso de la tasa mundial promedio de deforestación que fue de -0,21% [5], e incluso por encima de países como Bolivia (-0,5%).



-0,33% 

Fue la Tasa anual de deforestación del 2018 en Colombia, que identifica una **reducción en el ritmo de pérdida de bosque** en el país, respecto a los datos publicados para 2017.

-0,58% 

Fue la Tasa anual de deforestación del 2018 en el departamento de **Antioquia** que identifica una **importante reducción** respecto a los datos publicados para 2017, cuando fue de -0,96%.

-0,01% 

Fue la Tasa anual de deforestación del 2018 en el departamento de **Amazonas**, que identifica una **estabilidad en el ritmo de pérdida de bosque**, respecto a los datos publicados para 2017, cuando fue de -0,01%.

¿Cuáles son las principales causas de la pérdida de bosques en Colombia?

La actualización de cifras anuales de monitoreo de la deforestación incorpora información del componente técnico para la identificación de causas directas, subyacentes y agentes de la transformación del bosque del SMBByC.

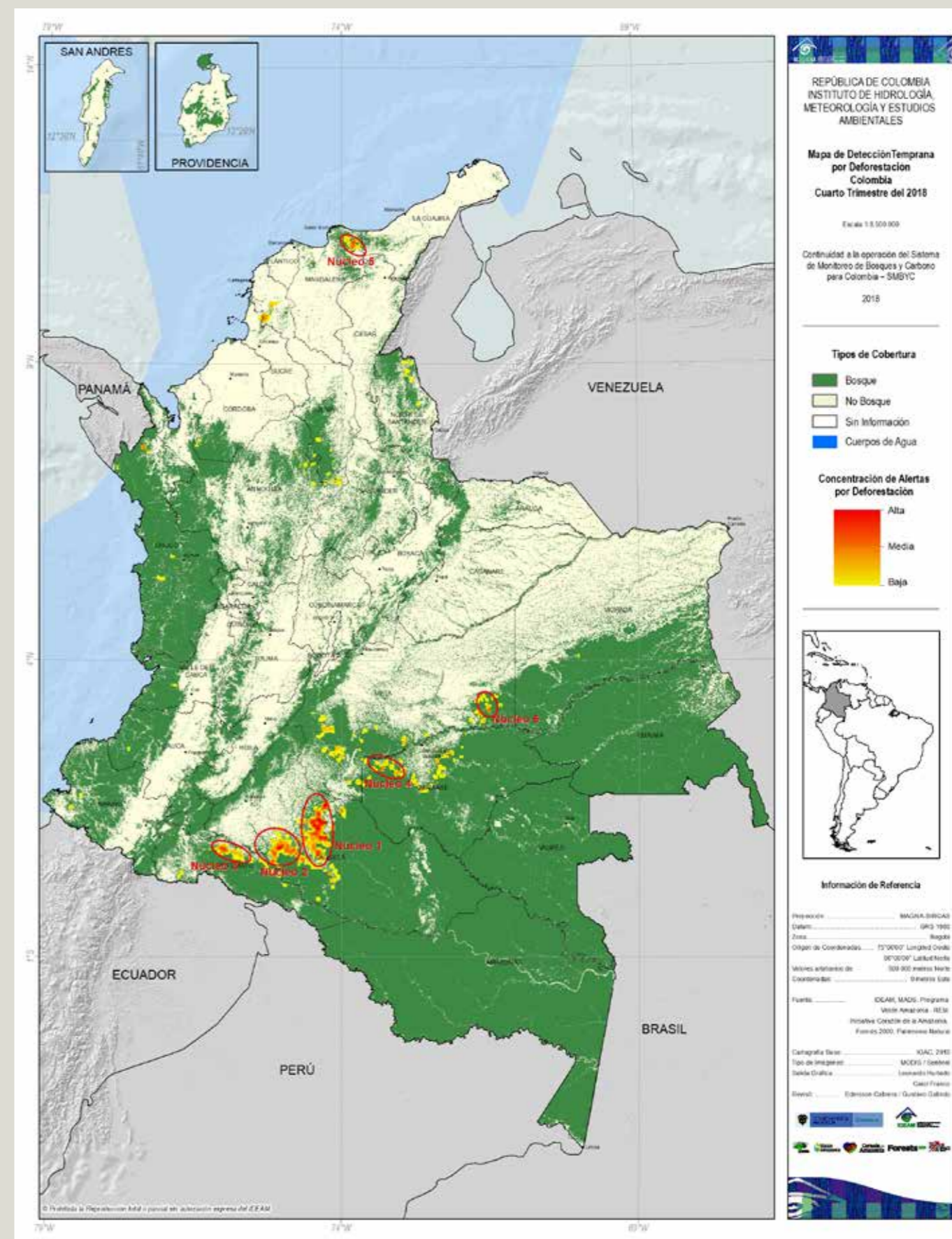
Las principales causas de la deforestación a escala nacional, durante el 2018, fueron la praderización, malas prácticas de ganadería extensiva, cultivos de uso ilícito, infraestructura de transporte no planificada, extracción ilícita de minerales, tala ilegal, ampliación de la frontera agrícola en áreas no permitidas. Los datos de monitoreo permiten identificar nueve núcleos de mayor deforestación para el 2018 (ver mapa figura 6.10), donde se observó un comportamiento diferencial de las causas y agentes de deforestación, asociados a condiciones sociales y económicas particulares.

Núcleo 1. Sabanas del Yarí – Bajo Caguán (20,4%)*

Este núcleo abarca desde la parte sur del municipio de la Macarena (Meta), continuando por los municipios de San Vicente del Caguán, Cartagena del Chairá, Montañita y Solano (Caquetá), sobre los ríos Ca-



Figura 6.10
 Mapa de núcleos de deforestación identificados para el 2018.



Fuente: Ideam, 2019

* Para cada uno de los nueve núcleos de mayor deforestación para el 2018, se presenta el porcentaje respecto al total nacional.

guán, Sunsiya, Yarí y Orteguzaza. El extremo suroriental del núcleo se encuentra en cercanías al río Caguán, entre Cartagena del Chairá y Solano, muy próximo al límite del PNN Serranía de Chiribiquete. La tala ilegal y quemas que afectan grandes extensiones de bosques naturales las cuales se transforman en pastizales para malas prácticas de ganadería extensiva, constituyen la principal causa de deforestación en el núcleo. La presencia de cultivos de uso ilícito es generalizada.

Núcleo 2. Guaviare (Marginal de la selva) (18,2%)

La mayor proporción de este núcleo se ubica principalmente en el departamento de Guaviare, en los municipios de Calamar, El Retorno y San José del Guaviare, con un porcentaje menor en los municipios de Puerto Concordia, Puerto Rico, la Macarena y Vistahermosa en el departamento del Meta. El extremo norte del núcleo se localiza sobre el río Guaviare y se extiende al suroccidente sobre los límites de los Parques Nacionales Naturales Serranía de Chiribiquete y Nukak (margen norte del río Tunia) hasta el municipio de La Macarena. El núcleo incluye áreas de la RNN Nukak y los PNN Sierra de La Macarena y Serranía de Chiribiquete, haciendo de esta una zona de alta importancia ecológica muy amenazada por la transformación de sus coberturas naturales.

La expansión de infraestructura vial no planificada es el principal factor dinamizador de esta transformación, fomentando el acceso de los agentes deforestadores a extensas áreas de bosque que son transformadas, mediante tala ilegal y quema, en pastizales para su uso en malas prácticas de ganadería extensiva.

Núcleo 3. Sur del Meta (16,3%)

El núcleo corresponde principalmente a áreas de los PNN Tinigüa, Sierra de La Macarena y Cordillera de Los Picachos, que conforman una zona de alta importancia ecológica al funcionar como corredor entre los ecosistemas andinos y amazónicos. Está ubicado desde el piedemonte de la cordillera oriental (municipios de Uribe y Mesetas, (Meta)), en el río Cafre, hasta Puerto Rico (Caquetá) al suroccidente y San José del Guaviare al oriente. Incluye áreas de los municipios de Puerto Rico, Puerto Concordia, Puerto Lleras, Uribe, La Macarena, Mesetas, Vistahermosa (Meta), Puerto Rico, San Vicente del Caguán (Caquetá) y San José del Guaviare.

La deforestación en este núcleo es causada por los procesos de praderización. Las transformaciones están fuertemente dinamizadas por quemas que derivan en incendios forestales y el establecimiento de cultivos ilícitos, afectando principalmente al PNN Sierra de La Macarena.

Núcleo 4. Putumayo (5,9%)

Abarca desde el extremo suroccidental del arco de deforestación de la Amazonia hasta los límites con Ecuador. Se ubica primordialmente en el departamento de Putumayo (municipios de Puerto Asís, Puerto Leguízamo, Valle del Guamuez, Villagarzón, Puerto Guzmán, Orito, Puerto Caicedo y San Miguel) e incluye algunas áreas de los municipios de Piamonte (Cauca), Solita, Solano y Curillo (Caquetá). Las dinámicas de deforestación se asocian de manera importante al curso de ríos como el Caquetá, Yurilla, Sábilla, Sencella, Mecaya, Picudo, Guamuez y Putumayo. Dentro del núcleo se encuentra el PNN La Paya, el cual presenta algunas afectaciones por deforestación.

En el núcleo predomina el establecimiento de pastizales para malas prácticas de ganadería extensiva, alternando la actividad con ampliación de la frontera agrícola en áreas no permitidas. A lo anterior se suma la presión sobre los bosques que ejercen los procesos extractivos de tala ilegal y extracción ilícita de minerales, así como la infraestructura de transporte no planificada.

Núcleo 5. Mapiripán (Meta) (3,0%)

Se ubica al occidente del municipio de Mapiripán (Meta) sobre el margen del río Guaviare, pasando por el río Iteviare y extendiéndose hasta el sur de Puerto Gaitán en el río Tillavá. Corresponde a una zona de transición entre los ecosis-

temas de sabanas de la Orinoquia y la selva amazónica. Las principales causas de deforestación están relacionadas con la expansión de malas prácticas de ganadería extensiva (basada en la sustitución de sabanas o bosques de galería por praderas mejoradas) y de nuevas áreas para la ampliación de la frontera agrícola en áreas no permitidas. La praderización y la permanencia de cultivos ilícitos de coca también amenazan los bosques en la zona (Figura 6.10).

Núcleo 6. Andina Centro Norte (3,3%)

El núcleo se encuentra en el nororiente del departamento de Antioquia y el sur del departamento de Bolívar; los municipios con mayor afectación son Remedios y Segovia (Antioquia). La extracción ilícita de minerales y los cultivos de uso ilícito son las actividades con mayor impacto sobre los bosques en el núcleo, en particular los que se ubican en las estribaciones de la Serranía de San Lucas.

Núcleo 7. Andina Norte (2,8%)

Este núcleo corresponde en su totalidad al departamento de Norte de Santander, con una mayor concentración de los eventos de deforestación en el municipio de Tibú. Los bosques naturales siguen siendo afectados principalmente por la expansión de la frontera agropecuaria en áreas no permitidas. Cultivos de uso ilícito, extracción ilícita de minerales y tala ilegal.

Núcleo 8. Sarare (1,3%)

El núcleo corresponde a la intersección de los municipios de Tame, Arauquita y Puerto Rondón. La praderización es una de las actividades económicas más representativas de la zona y continúa expandiéndose sobre los bosques remanentes, que presentan un alto grado de fragmentación. Igualmente, los cultivos de uso ilícito, la infraestructura de transporte no planificada dinamizan la deforestación en la región.

Núcleo 9. Pacífico Norte (0,7%)

El núcleo se ubica en los municipios de Carmen del Darién y Riosucio en el departamento del Chocó. Las principales causa de deforestación son la ampliación de la frontera agropecuaria en áreas no permitidas, cultivos de uso ilícito, tala ilegal, y extracción ilícita de minerales.



INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL⁶

Durante el periodo 2017-2018, en incendios de la cobertura vegetal se tiene que para el 2017 la afectación fue de 73.403 ha, mientras que para el 2018 fue de 106.056 ha⁷ [8].

De acuerdo con los análisis realizados, los incendios de la cobertura vegetal que presentan mayor área afectada ocurren en zonas de difícil acceso. La información sobre eventos de incendios de la cobertura vegetal en el país ha sido obtenida por los reportes de las instituciones competentes; (Corporaciones Autónomas Regionales, Bomberos, Defensa Civil y Parques Nacionales Naturales de Colombia).

Para este informe las fuentes de datos analizadas provienen de la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD (datos de campo) y Autoridades Ambientales.

Para el caso de información directa, la fuente son las autoridades ambientales mediante la plataforma que ha dispuesto el Ideam (Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF)); reportes que hacen los bomberos de Colombia por medio de la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y que publica en su página web. Esta información es compilada, analizada y publicada por medio de los indicadores dispuestos en la página del Ideam - <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/consulte-los-indicadores-ambientales>.

Nota: Es importante tener en cuenta que los registros de incendios obtenidos en campo no son comparables con los registros de puntos o focos de calor obtenidos mediante satélites, como el caso de VIIRS y MODIS del satélite Suami de la NASA; ya que:

- La cantidad de focos no implica número de incendios (varios focos pueden ser puntos calientes de un solo incendio).
- La cantidad de focos no es igual a la totalidad de incendios que se presentan en un momento, pueden ser simplemente registros de temperaturas similares a la emanada por incendios, pero procedentes de otras fuentes.
- No todos los incendios que se presentan en un momento dado son registrados por los satélites (en ocasiones la presencia de nubes y la topografía podrían ocultar los incendios).

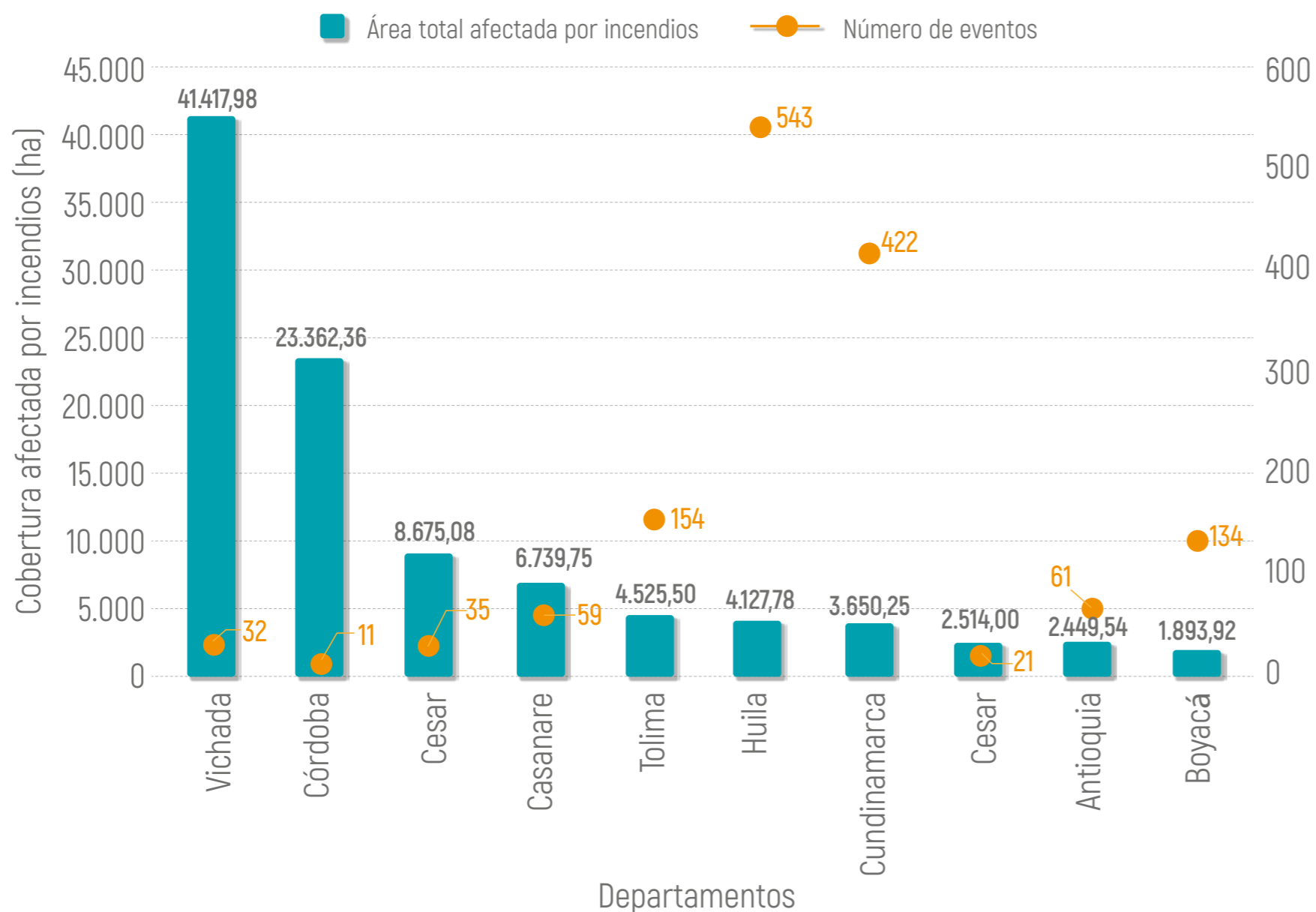
⁶ Preparado por: Claudia Patricia Olarte Villanueva, Luis Mario Moreno Amado, Juan Pablo Rodríguez Garavito, Álvaro Andrés Cubillos Buitrago, Angie Julieth Guevara Lozano.

⁷ Ideam 2019 con datos de la UNGRD y las Autoridades Ambientales.



Figura 6.11

Los 10 departamentos con mayor área de cobertura vegetal afectada por incendios y el número de eventos reportados para el 2017



En cuanto a número de eventos reportados por regiones, se observa que son mayores en la región Andina. La Orinoquia es la región con mayor área afectada por este tipo de eventos.

De acuerdo a los reportes de las Autoridades Ambientales y la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) El total de área de cobertura vegetal afectada por incendios reportada en el año 2017 fue de 73.403 ha y para el año 2018 de 106.056 ha, es de anotar que la tendencia para el año 2017 fue de reducción (36 %) frente a los años anteriores y el 2018 presentó un incremento asociado a la presencia del fenómeno de “El Niño” (2018 -2019) que reduce la humedad de las coberturas asociada a la reducción de las precipitaciones, sequías, altas temperaturas del aire, incremento del brillo solar, haciéndolas más vulnerables a este fenómeno.

Durante los años 2017 y 2018 el departamento con mayor afectación es el del Vichada, sin embargo, las acciones integrales permitieron el descenso de 32 eventos en el 2017 a 10 en el 2018.

Fuente: Ideam 2018 [8] con datos suministrados por la UNGRD y las Autoridades Ambientales.



(ver indicador http://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/variacion_incendios.html)

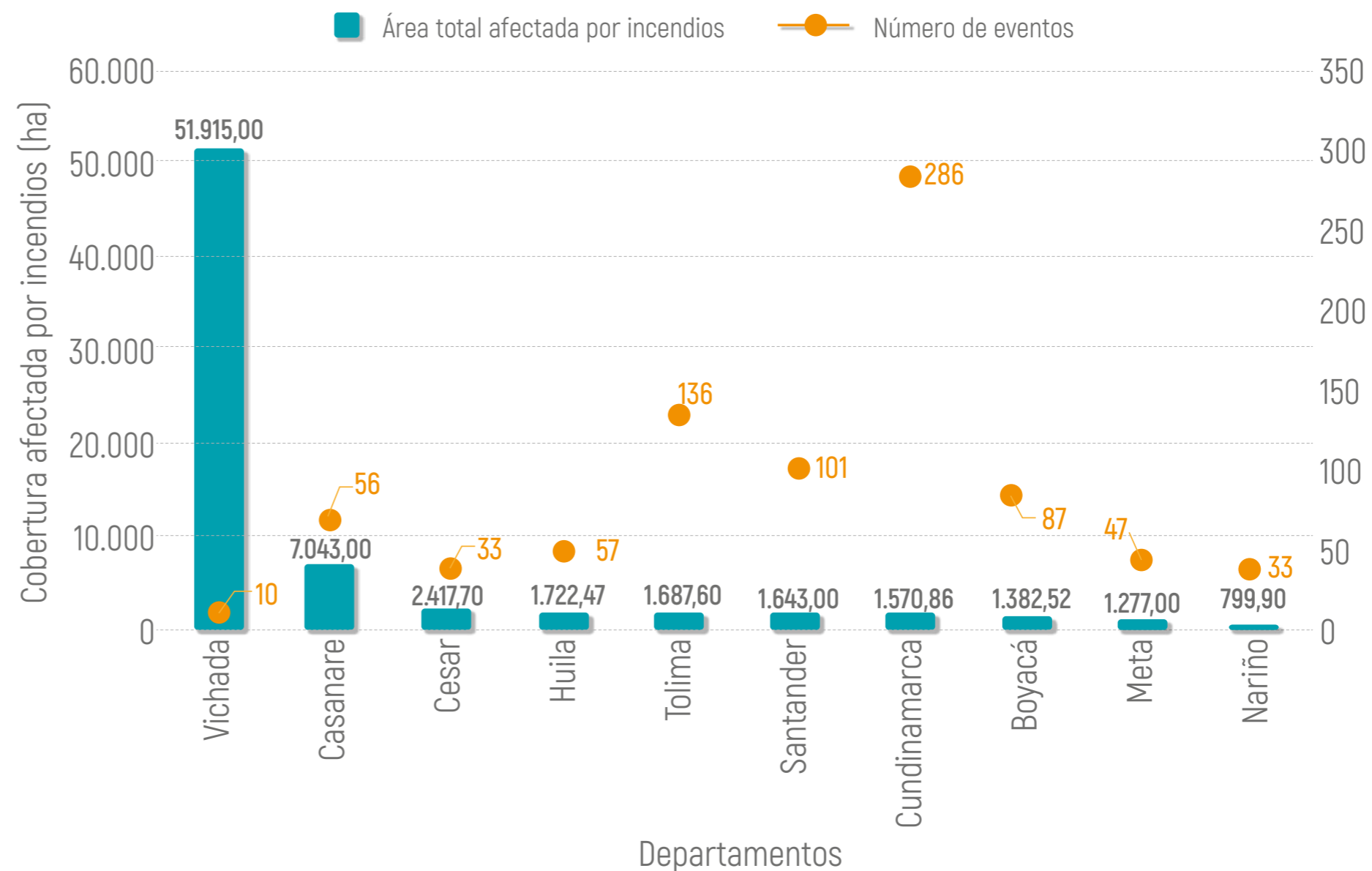
GeoVisor del SIAT-AC <https://siatac.co:446/?toolsInit=TOC>

Durante los años 2017 y 2018 el departamento con mayor afectación es el del Vichada, sin embargo, las acciones integrales permitieron el descenso de 32 eventos en el 2017 a 10 en el 2018.



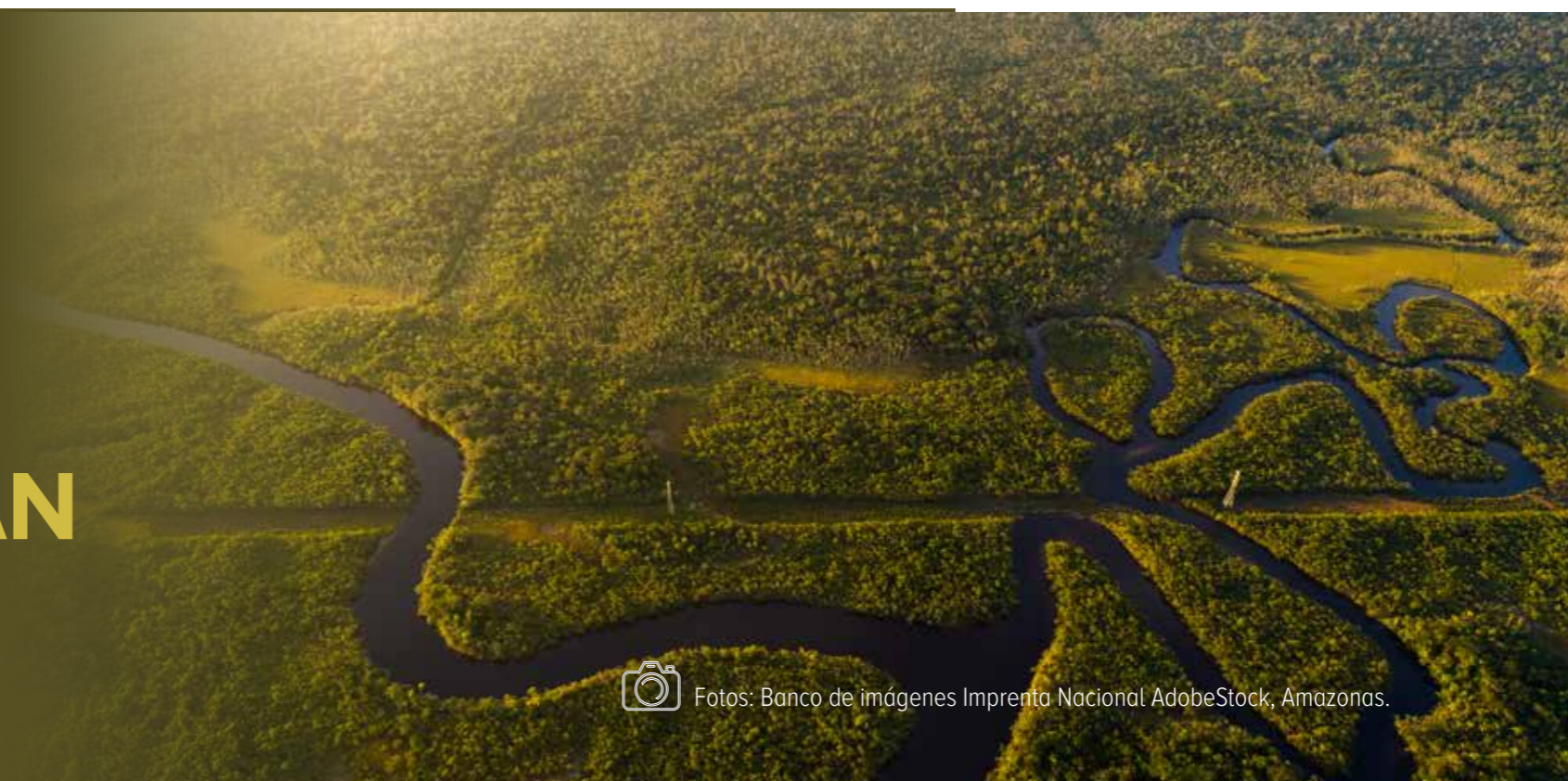
Figura 6.12

Los 10 departamentos con mayor área de cobertura vegetal afectada por incendios y el número de eventos reportados para 2018.



Fuente: Ideam, 2019.

ESTUDIO DE CASO: MONITOREO DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN LA AMAZONIA COLOMBIANA Y DE LOS CAMBIOS QUE SE DETECTAN EN ELLAS DE MANERA MULTITEMPORAL⁹



Fotos: Banco de imágenes Imprenta Nacional AdobeStock, Amazonas.

Se presentan los resultados generados por el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana (SIMCOBA), en el periodo 2016 al 2018 a cargo del Programa de Investigación de Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), ha emprendido el reto de mantener actualizada, a escala 1:100.000, la información de monitoreo ambiental de la Amazonia colombiana mediante datos obtenidos de sensores remotos, análisis espacial multicriterio y verificación de campo.

Los resultados presentados se han logrado gracias a un trabajo conjunto con entidades del orden nacional como Parques Nacionales Naturales de Colombia y el soporte financiero del proyecto BPIN “Apoyo para el Fortalecimiento de la Capacidad de Investigación” del Sinchi.

Inicialmente se presenta un contexto general de la Amazonia colombiana, para ingresar a los indicadores de monitoreo ambiental, comenzando con la actualización de datos de coberturas de la tierra de 2018 y cambios generales entre el 2002 y

2018 y los tres indicadores que se han establecido para medir la transformación de las coberturas: Tasa Media Anual de Pérdida de Bosques, Tasa Media Anual de Praderización y Tasa Media Anual de Degradación de Bosques.

Los otros indicadores de monitoreo ambiental, con datos actualizados al 2018 que contiene este informe son: tasa anual de cambio de la frontera agropecuaria, y tasa anual de cambio de las áreas prioritarias para restauración ecológica en rondas hídras, nacimientos y suelos con pendiente mayor al 100%. Para el caso del índice de naturalidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres de la Amazonia colombiana, se presentan los datos actualizados al 2016.



Toda la documentación técnica generada está disponible para el público en el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (SIAT-AC) www.siatac.co y la información georreferenciada se puede visualizar y descargar en el

GeoVisor del SIAT-AC <https://siatac.co:446/?toolsInit=TOC>

⁹ Preparado por: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), Uriel Gonzalo Murcia García, Jorge Eliécer Arias Rincón y Natalia Carolina Castillo Barrera.

Contexto Amazonia colombiana

La Amazonia colombiana con sus 483.164 km² representa el 42,3% del área continental nacional (23,3% total Colombia) y el 6.8% de toda la gran Amazonia. Contiene de manera total los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainía, Putumayo y Vaupés, y de manera parcial los departamentos del Meta, Vichada, Nariño y Cauca. En estos diez departamentos están presentes 59 municipios (42 completos y 17 parciales) y 20 corregimientos departamentales (Figura 6.13).

Para el 2018 esta región conservaba el 82% con bosques naturales, y cerca del 10% ya tenía coberturas de origen antrópico.

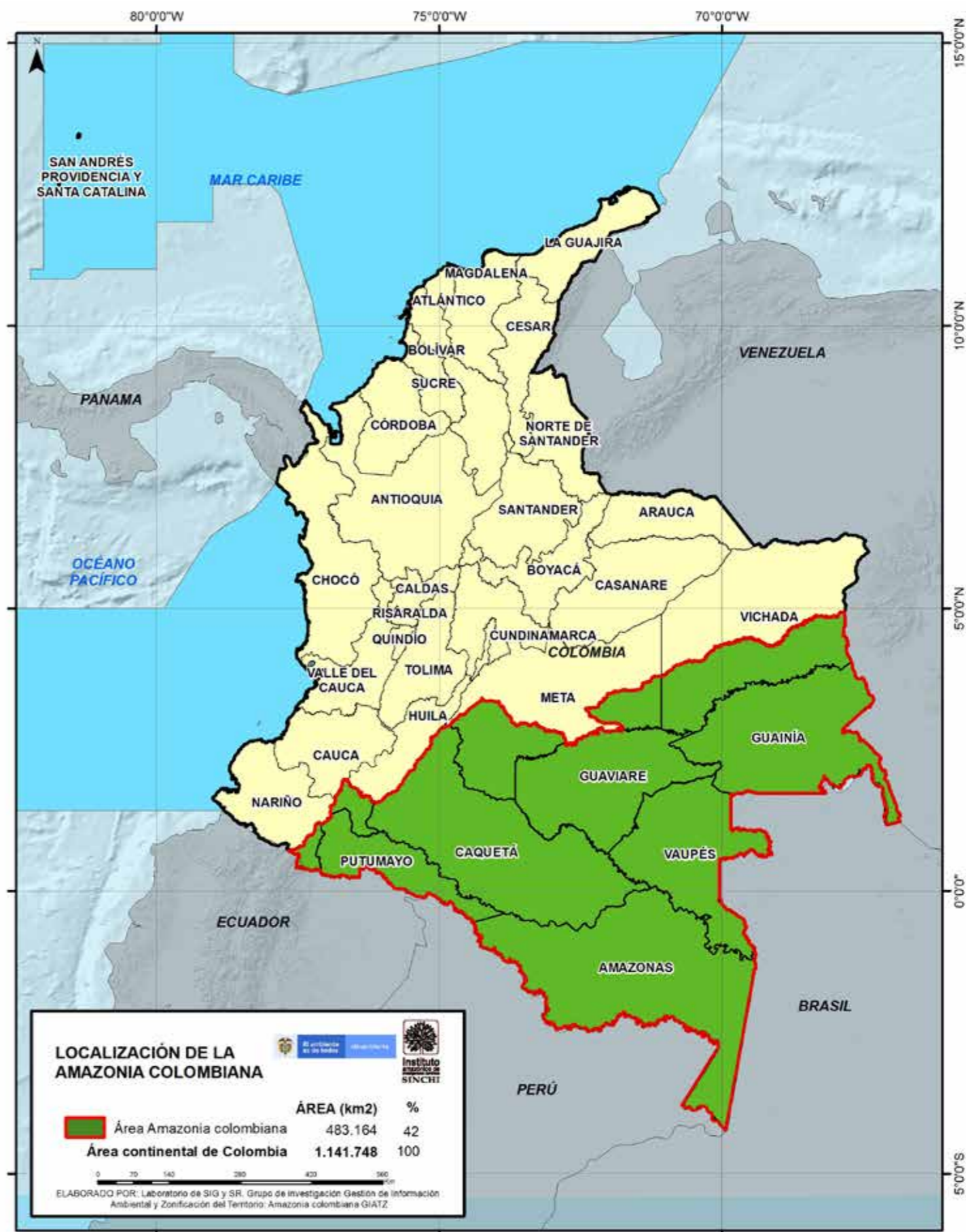
En términos generales, el 88,2% de la región mantiene ecosistemas naturales; bajo esta condición se cartografiaron 393 clases con una superficie de 425.863,7 km²; de igual manera se clasificaron 224 ecosistemas en condición de seminaturales con 19.369,4 km² (4%), y finalmente se clasificaron 413 ecosistemas transformados; tienen una superficie de 37.843 km² (7,8%), esto con base en el análisis multitemporal de ecosistemas [11].

En la actualidad en la región existen 48 áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), algunas de las cuales solo están parcialmente incluidas; en total la superficie tiene 21'537.162 ha.

En el tema de territorios indígenas, la región tiene 213 Resguardos indígenas con una superficie de 26'758.641 ha. En el 2018 se formalizó la ampliación de los resguardos: Puerto Zabalo – Los Monos y el Monochoa.



Figura 6.13
 Localización de la Amazonia colombiana (Sinchi, 2019).



Fuente: SByC - Ideam, 2019

Situación ambiental de la Amazonia colombiana

Los procesos de monitoreo y seguimiento a la condición ambiental de la región amazónica en Colombia se aborda por parte del Sinchi mediante sus diferentes programas de investigación. Desde el programa de modelos de funcionamiento y sostenibilidad, se hace seguimiento a varios componentes del territorio amazónico por medio de un conjunto de indicadores que conforman el programa regional de monitoreo ambiental, y la gestión de la información se hace con el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (SIATAC).

En este informe se incluye una mirada general a los cambios de las coberturas de la tierra y seis indicadores de monitoreo: Tasa media anual de pérdida de bosque (TMAPB), Tasa media anual de praderización (TMAP), Tasa media anual de degradación de los bosques (TMADB), Índice de naturalidad de los ecosistemas, Tasa anual de cambio de frontera agropecuaria y Tasa anual de cambio de las áreas prioritarias para restauración ecológica en rondas hídricas, nacimientos y suelos con pendiente mayor al 100%.

Cambios generales de coberturas de la tierra

Como resultado de la operación del Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia Colombiana (SIMCOBA), bajo la coordinación del Instituto Sinchi, se han generado seis mediciones, la primera para el 2002 y luego para los años 2007, 2012, 2014, 2016 y 2018. Esto ha permitido conocer la situación de las coberturas para cada uno de esos seis años y, además, se han realizado cinco análisis de cambios multitemporales 2002-2007, 2007-2012, 2012-2014, 2014-2016 y 2016-2018.

Con el fin de abordar los análisis de cambios del periodo 2016-2018 inicialmente se hace una mirada a la evolución del área total de cada cobertura en cada año analizado, y cuando se revisan los porcentajes que representa dicha área, con respecto al total del área de la Amazonia colombiana (SIAT-AC, 2013) se ve la tendencia general que ha sufrido una determinada cobertura.



Fotos: Banco de imágenes Imprenta Nacional AdobeStock, Vista aérea de la niebla de la mañana bosques del Amazonas.

**Tabla 6.2**

Coberturas de la tierra de los periodos 2002 al 2018

CÓDIGO	COBERTURAS	2002 v4		2007 v4		2012 v2		2014 v2		2016 v1		2018 v1	
		Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
111	Tejido urbano continuo	44,8	0,0	47,0	0,0	52,9	0,0	56,7	0,0	61,2	0,0	71,3	0,0
112	Tejido urbano discontinuo	13,1	0,0	24,1	0,0	26,1	0,0	41,1	0,0	43,2	0,0	43,7	0,0
121	Zonas industriales o comerciales	0,2	0,0	2,3	0,0	2,3	0,0	3,7	0,0	3,8	0,0	4,7	0,0
124	Aeropuertos	9,9	0,0	10,2	0,0	10,9	0,0	11,1	0,0	11,3	0,0	10,6	0,0
131	Zona de extracción minera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	4,2	0,0	2,7	0,0
1312	Explotación de hidrocarburos	0,1	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	1,6	0,0	2,0	0,0	1,7	0,0
211	Otros cultivos transitorios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0
2121	Arroz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,3	0,0	31,7	0,0	28,1	0,0
2232	Palma de aceite	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,4	0,0	57,6	0,0	53,1	0,0
2242	Cultivos y árboles plantados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
231	Pastos limpios	15.125,5	3,1	20.135,6	4,2	22.547,1	4,7	22.290,8	4,6	25.567,3	5,3	25.088,9	5,2
232	Pastos arbolados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	8,2	0,0
233	Pastos enmalezados	1.148,7	0,2	555,1	0,1	1.321,5	0,3	3.043,5	0,6	2.023,9	0,4	2.129,7	0,4
241	Mosaico de cultivos	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	10,7	0,0
242	Mosaico de pastos y cultivos	302,3	0,1	371,9	0,1	369,5	0,1	309,8	0,1	410,1	0,1	631,6	0,1
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1.305,4	0,3	1.355,2	0,3	1.781,9	0,4	1.542,3	0,3	3.427,6	0,7	3.580,6	0,7
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	7.100,7	1,5	11.317,9	2,3	10.391,3	2,2	10.374,3	2,1	6.517,1	1,3	6.387,9	1,3
245	Mosaico de cultivos con espacios naturales	2,5	0,0	102,2	0,0	89,1	0,0	42,3	0,0	26,5	0,0	8,2	0,0
3111	Bosque denso alto de tierra firme	354.952,0	73,5	349.431,2	72,3	344.898,4	71,4	341.869,8	70,8	340.787,4	70,5	338.936,1	70,1
31121	Bosque denso alto inundable heterogéneo	34.796,1	7,2	34.758,4	7,2	34.522,6	7,1	34.363,6	7,1	34.327,4	7,1	34.235,3	7,1
31123	Palmar	1.567,4	0,3	1.556,4	0,3	1.561,0	0,3	1.558,6	0,3	1.556,8	0,3	1.557,6	0,3
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	15.742,0	3,3	15.784,6	3,3	15.775,9	3,3	15.769,4	3,3	15.769,9	3,3	15.766,3	3,3
31122	Bosque denso bajo inundable	2.033,7	0,4	2.030,7	0,4	2.027,7	0,4	2.028,6	0,4	2.026,4	0,4	2.028,7	0,4
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	2.504,0	0,5	2.840,2	0,6	3.000,8	0,6	2.085,0	0,4	1.411,4	0,3	1.232,4	0,3



Continuación Tabla 6.2

Coberturas de la tierra de los periodos 2002 al 2018

CÓDIGO	COBERTURAS	2002 v4		2007 v4		2012 v2		2014 v2		2016 v1		2018 v1	
		Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	2.066,0	0,4	2.311,7	0,5	2.997,1	0,6	4.067,5	0,8	4.128,3	0,9	3.747,7	0,8
314	Bosque de galería y ripario	5.484,2	1,1	5.449,3	1,1	5.436,0	1,1	5.406,5	1,1	5.405,5	1,1	5.363,7	1,1
315	Plantación forestal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	1,1	0,0
321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	10.190,3	2,1	10.364,3	2,1	10.364,9	2,1	10.219,5	2,1	9.031,5	1,9	9.975,8	2,1
321112	Herbazal denso de tierra firme arbolado	1.035,8	0,2	1.133,4	0,2	1.130,0	0,2	1.121,5	0,2	1.096,7	0,2	1.080,8	0,2
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2.653,9	0,5	2.756,7	0,6	2.731,5	0,6	2.738,8	0,6	2.732,5	0,6	2.717,9	0,6
321121	Herbazal denso inundable no arbolado	1.509,1	0,3	1.360,7	0,3	1.375,9	0,3	1.397,8	0,3	1.371,4	0,3	1.384,0	0,3
321122	Herbazal denso inundable arbolado	427,1	0,1	454,0	0,1	477,2	0,1	502,6	0,1	510,2	0,1	510,0	0,1
32121	Herbazal abierto arenoso	568,7	0,1	563,3	0,1	563,5	0,1	564,5	0,1	564,5	0,1	567,0	0,1
32122	Herbazal abierto rocoso	1.144,9	0,2	1.145,7	0,2	1.145,9	0,2	1.149,6	0,2	1.148,9	0,2	1.149,3	0,2
3221	Arbustal denso	2.271,9	0,5	2.301,4	0,5	2.297,3	0,5	2.243,8	0,5	2.077,5	0,4	2.075,0	0,4
32222	Arbustal abierto mesófilo	457,1	0,1	457,1	0,1	457,8	0,1	455,3	0,1	449,4	0,1	447,7	0,1
323	Vegetación secundaria o en transición	10.394,9	2,2	8.267,5	1,7	9.560,1	2,0	11.648,2	2,4	12.877,8	2,7	15.584,5	3,2
331	Zonas arenosas naturales	222,3	0,0	254,5	0,1	193,3	0,0	206,6	0,0	333,4	0,1	287,1	0,1
332	Afloramientos rocosos	5,5	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0
333	Tierras desnudas y degradadas	4,9	0,0	4,5	0,0	3,0	0,0	2,2	0,0	7,9	0,0	0,8	0,0
334	Zonas quemadas	297,3	0,1	153,4	0,0	121,0	0,0	200,3	0,0	1.666,2	0,3	739,1	0,2
411	Zonas pantanosas	645,7	0,1	356,0	0,1	322,2	0,1	222,3	0,0	240,7	0,0	241,6	0,1
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
511	Ríos (50 m)	5.038,7	1,0	5.029,1	1,0	5.127,6	1,1	5.064,0	1,0	4.959,5	1,0	4.984,4	1,0
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	386,9	0,1	387,4	0,1	390,9	0,1	396,5	0,1	387,6	0,1	386,2	0,1
5143	Estanques para acuicultura continental	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	1,3	0,0	1,4	0,0	2,1	0,0
	Sin información	1.620,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0
	Diferencia de límites	90,0	0,0	90,0	0,0	88,0	0,0	88,0	0,0	88,0	0,0	88,0	0,0
TOTAL		483.164	100	483.164	100	483.164	100	483.164	100	483.164	100	483.164	100

Fuente: Sinchi, 2019

La dinámica de cambio de coberturas se encuentra ligada con el cambio de uso del suelo, según lo planteó Murcia et al. (2016) [12]. Las magnitudes de los cambios detectados en los seis periodos de análisis muestran, en el periodo comprendido entre 2012 y 2014, que transformó la mayor cantidad de bosques y hubo la mayor ganancia de pastos, bosques fragmentados y vegetación secundaria.

Tasa Media Anual de Praderización (TMAP)

Con este indicador se mide el aumento de la superficie con pastos cultivados con respecto a las áreas del periodo anterior [14]. Con esto se puede medir la magnitud del incremento de los pastos en la región Amazónica y ubicar espacialmente las zonas donde se presentan los cambios.

Los pastizales tuvieron un incremento total en el periodo de 2016 a 2018 de 423.536 ha. La tasa media de praderización para el mismo periodo fue de 211.768 ha/año. En la Figura 6.14 se muestran las áreas en donde se detectaron los cambios.

Al analizar el comportamiento de este indicador a lo largo del periodo 2002-2018 (Figura 6.15) se identifica que el periodo 2012-2014 presentó el mayor incremento; para 2016-2018, se está evidenciando nuevamente una tendencia hacia el aumento en la tasa de praderización para la región Amazónica.



Figura 6.14

Localización de las áreas praderizadas en el periodo 2016-2018. (Sinchi, 2019).

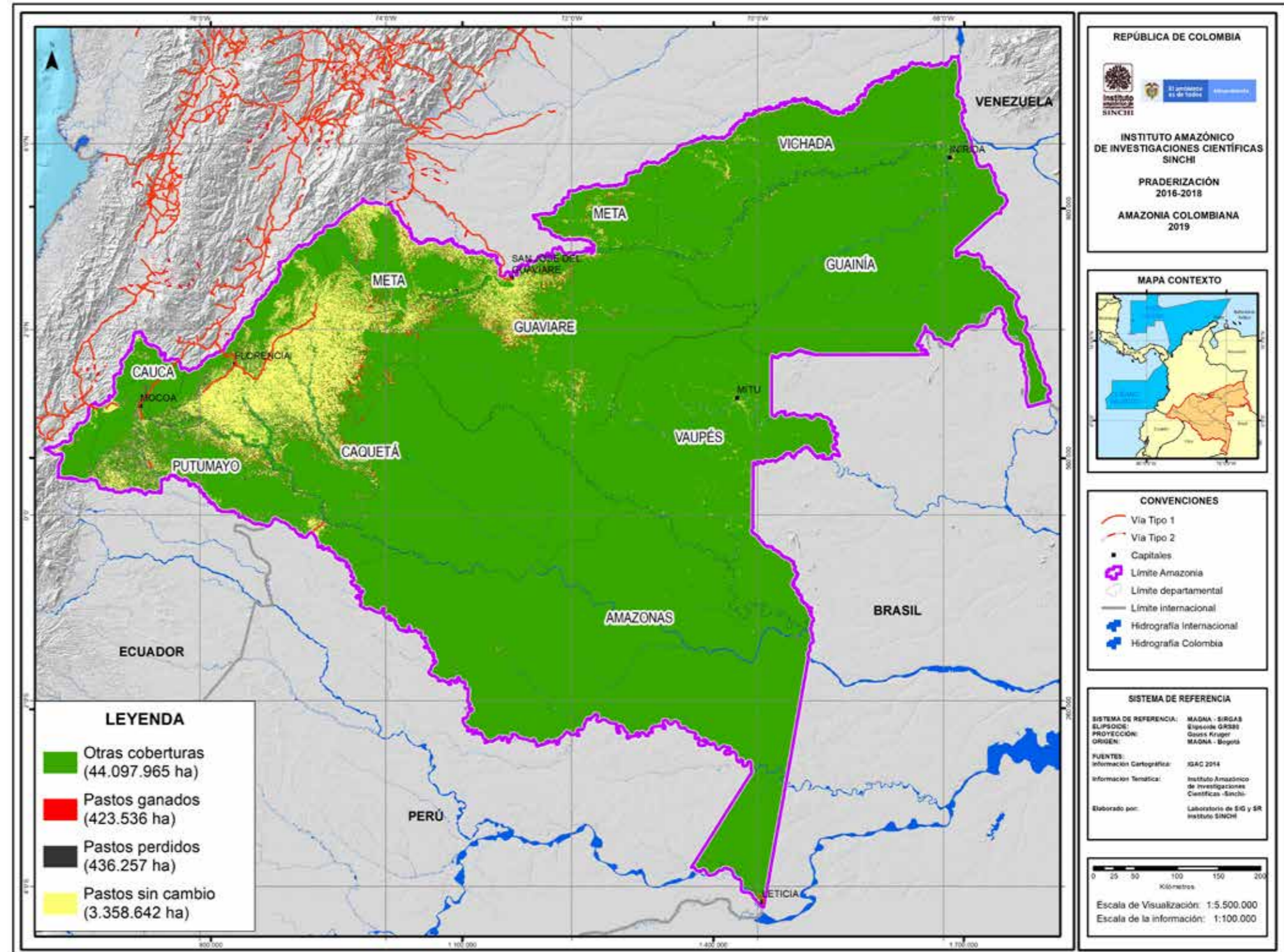
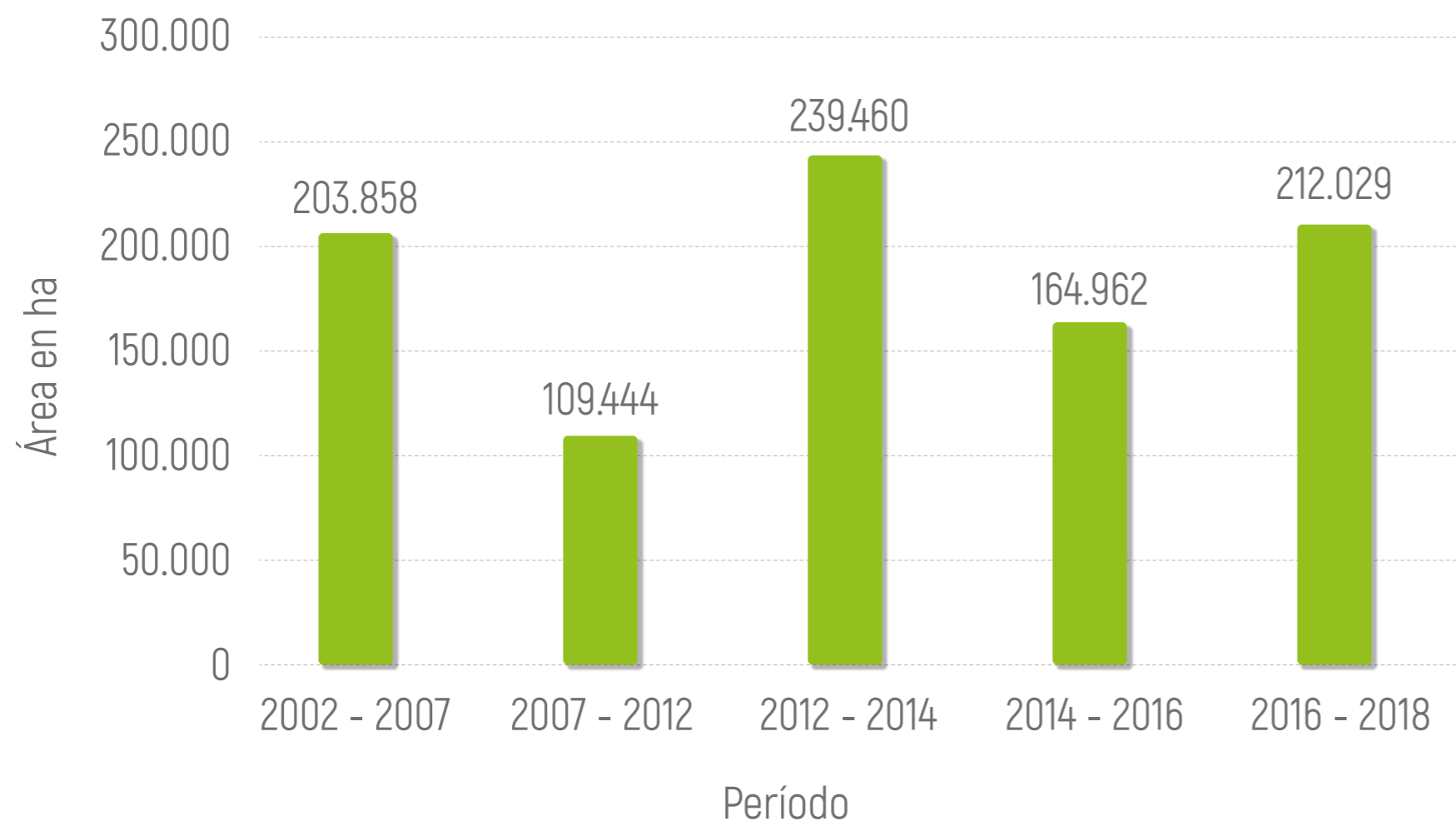




Figura 6.15

Tendencia de la tasa anual de praderización (ha/año) periodo 2002-2016. (Sinchi, 2019).



Tasa Media Anual de Pérdida de Bosques (TMAPB)

Con este indicador se mide la superficie de los bosques nativos, en hectáreas por año, que se transforman a otras coberturas, en un determinado periodo de tiempo [13].



La información asociada a este indicador se encuentra disponible en:

<https://sinchi.org.co/files/DOCUMENTOS%20INSTITUCIONALES/INFORME%20DE%20GESTION/informe-de-gestion-2018.pdf>



Fotos: Banco de imágenes Imprenta Nacional AdobeStock, Panorama en la región del triángulo cafetero.

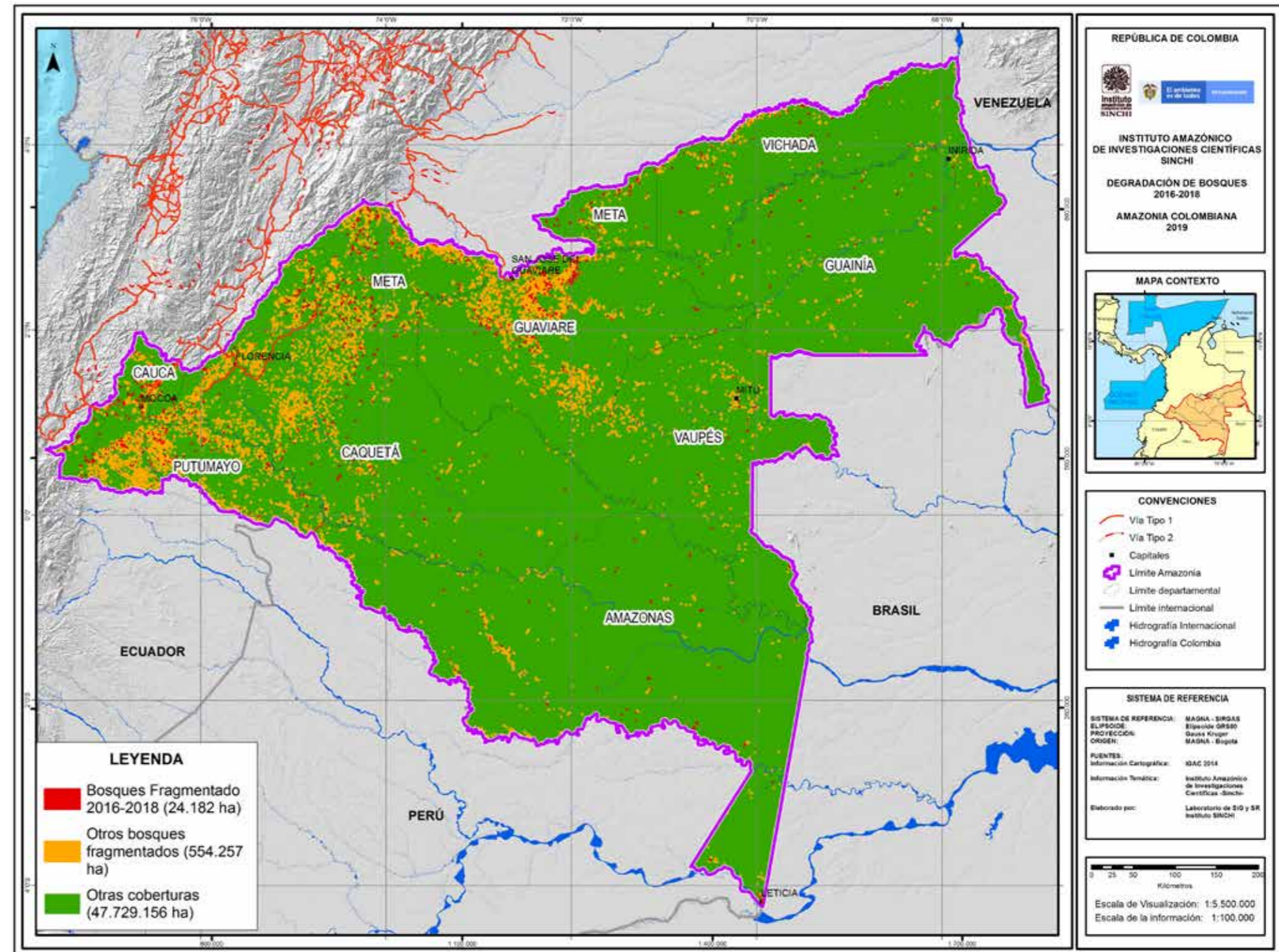
Tasa Media Anual de Degradación de Bosques (TMADB)

La degradación de bosques es un término muy amplio, por lo tanto, el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Amazonia Colombiana (SIMCOBA) la define como el proceso de transformación de bosque natural en bosque fragmentado por perforaciones con coberturas de vegetación secundaria, pastos o cultivos. Para realizar la medición de este proceso, se aplica la Tasa Media Anual de Degradación de Bosques, el cálculo toma el área reportada de los bosques fragmentados y se divide por el número de años del periodo analizado [13].

Durante este periodo de análisis 2016-2018 un total de 24.182 ha (0,1% de la Amazonia colombiana) de bosques nativos sufrieron un proceso de degradación, a una Tasa Media Anual de 12.091 ha/año. Pero también se reportaron 554.257 ha como otros bosques fragmentados, en este caso, corresponden a coberturas diferentes a bosques nativos que se transformaron en bosques fragmentados, generalmente son mosaicos que tienen coberturas antrópicas y naturales (Figura 6.16).



Figura 6.16
 Mapa localización de bosques degradados en el periodo 2014-2016

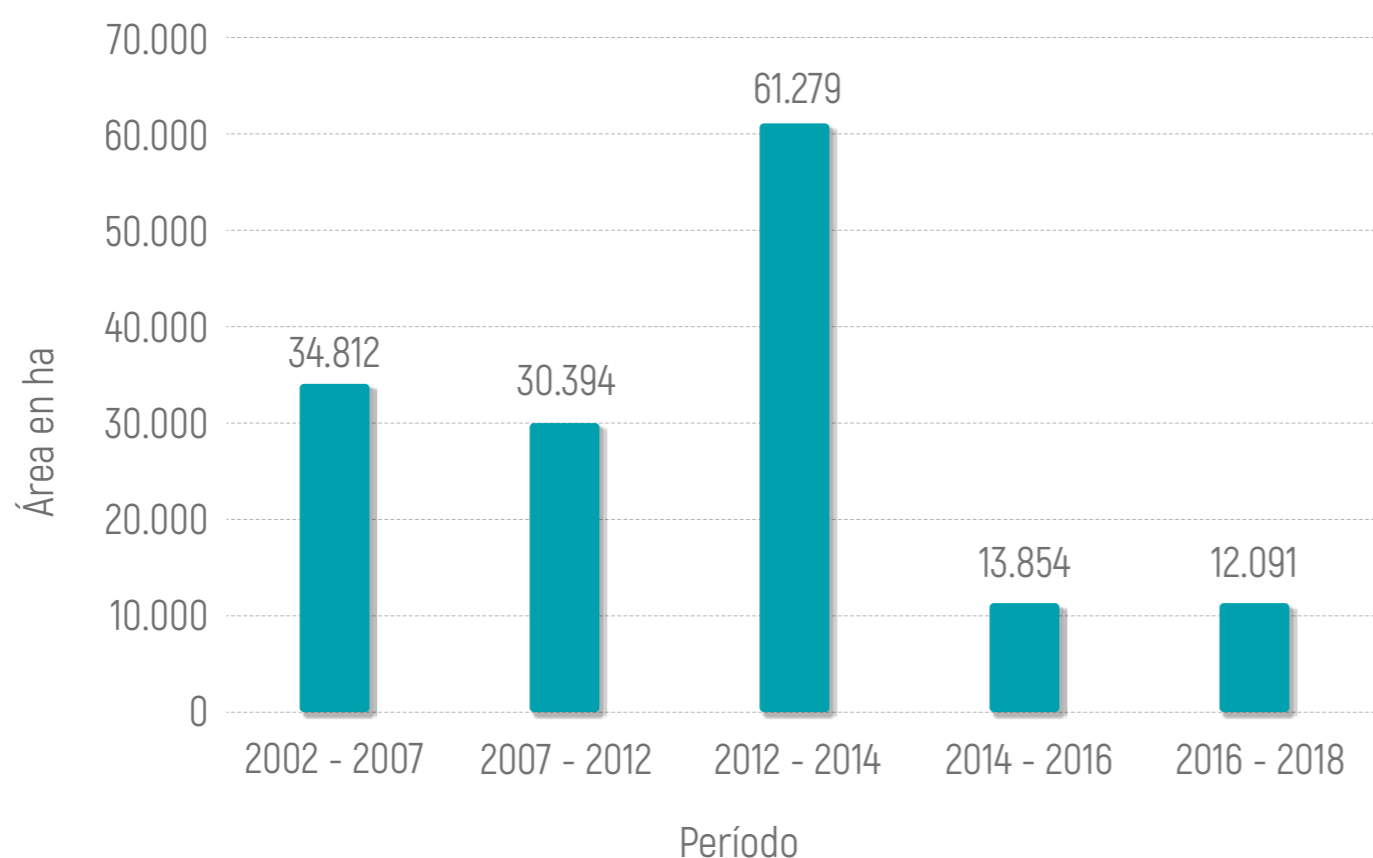


Fuente: Sinchi, 2019.

La tendencia de cambio de la degradación de los bosques en el periodo 2002-2018 muestra que el periodo con mayor cambio fue el comprendido entre 2012 y 2014 (Figura 6.17).



Figura 6.17
 Tendencia de cambio de áreas de bosques fragmentados (ha/año) periodo 2002-2016. (Sinchi, 2019).



Índice de naturalidad de los ecosistemas de la Amazonia colombiana 2016 y cambio 2012-2016

Este proceso se ha consolidado con el trabajo colaborativo entre Parques Nacionales Naturales y el Instituto Sinchi, quien lo coordina. Se diseñó una metodología para realizar el monitoreo a los ecosistemas de la Amazonia colombiana (acuáticos y terrestres), principalmente el cambio en sus condiciones de naturalidad; y se han generado tres mapas a escala 1:100.000, para los años 2012, 2014 y 2016, con sus respectivos cambios multitemporales.

Para el 2016 se identificaron 1.030 clases de unidades ecosistémicas (Figura 6.18), clasificadas en dos tipos, acuáticos 389 clases que cubren una superficie de 83.350 km² (17,2% de la Amazonia) y terrestres 641 clases con superficie de 399.726,1 km² (82,7% de la Amazonia).

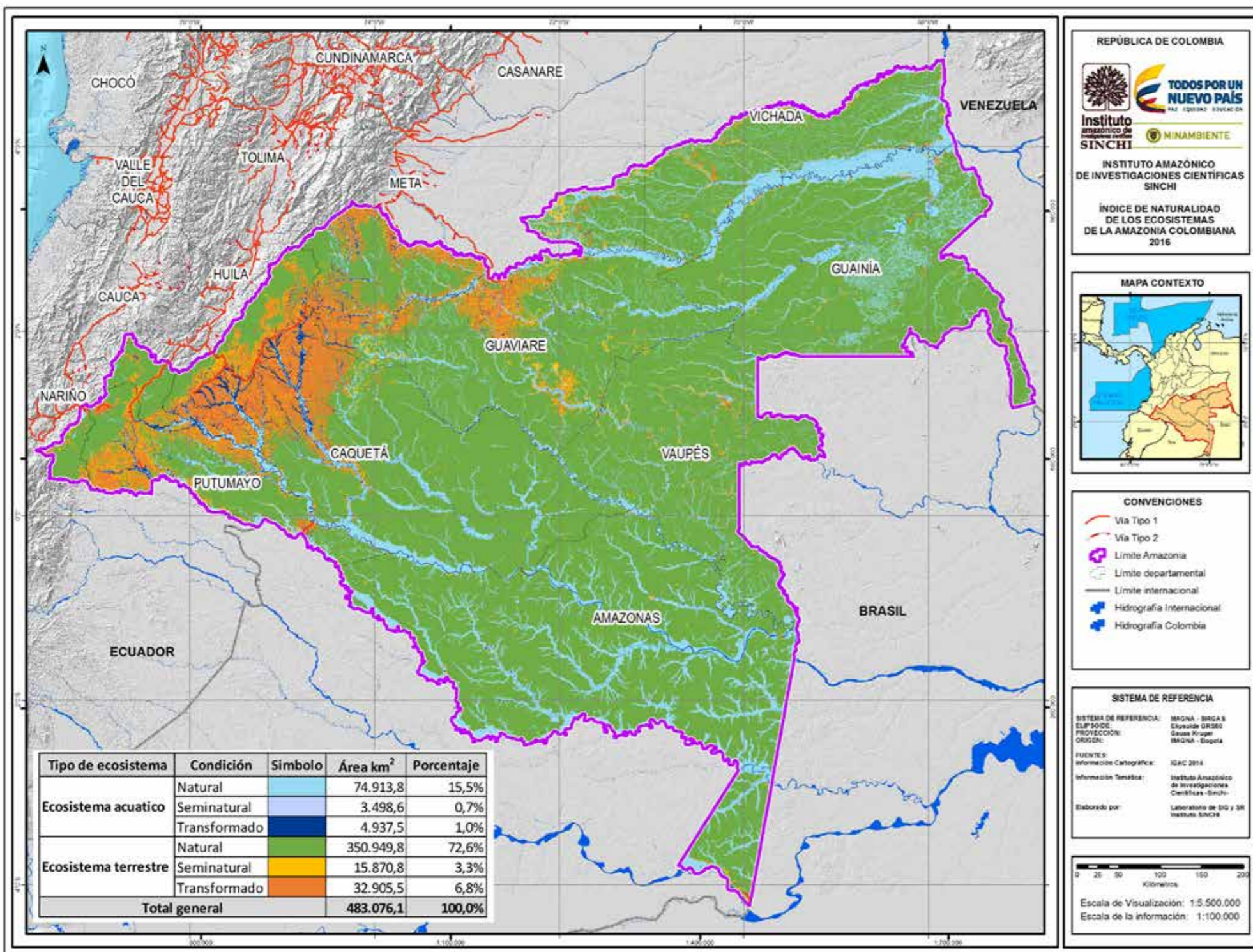
En términos generales el 88,2% de la región mantiene ecosistemas naturales, bajo esta condición se cartografiaron 393 clases que cubren una superficie de 425.863,7 km²; de igual manera se clasificaron 224 ecosistemas en condición de seminaturales que cubren 19.369,4 km² (4%), y finalmente se clasificaron 413 ecosistemas transformados que tienen una superficie de 37.843 km² (7,8%). La subdivisión de clases acuáticas y terrestres por la condición de las coberturas se presenta en la Tabla 6.3.



Tabla 6.3
 Ecosistemas de 2016 por condición de coberturas

Tipo de ecosistema	Condición	Cantidad	Área km ²	Porcentaje
Ecosistema acuático	Natural	195	74.913,8	15,5%
	Seminatural	68	3.498,6	0,7%
	Transformado	126	4.937,5	1,0%
Ecosistema terrestre	Natural	198	350.949,8	72,6%
	Seminatural	156	15.870,8	3,3%
	Transformado	287	32.905,5	6,8%

Fuente: Sinchi y PNN, 2017.



Fuente: Sinchi y PNN, 2017.



Figura 6.18
 Ecosistemas acuáticos y terrestres de la Amazonia colombiana, 2016.

El panorama de cambio en el periodo 2012-2016 se presenta con la variación neta (Tabla 6.4). Se mantuvieron como ecosistemas naturales estables 424.446,1 km² (87,9%), se presentó una transformación de los ecosistemas naturales a seminaturales de 3.890,4 km² (0,8%) y se detectó que 3.188,4 km² (0,7%) pasaron de naturales a transformados, en un proceso de desnaturalización total.



Tabla 6.4
 Cambio en la condición de los ecosistemas de la Amazonia colombiana.
 Periodo 2012-2016.

		Ecosistemas de 2016		
		Natural	Seminatural	Transformado
Ecosistemas de 2012	Natural	Ecosistemas Naturales Estables 424.446,1 km ² (87,9%)	Ecosistemas Naturales Modificados 3.890,4 km ² (0,8%)	Ecosistemas Desnaturalizados 3.188,4 km ² (0,7%)
	Seminatural	Ecosistemas Seminaturales Regenerados 892,0 km ² (0,2%)	Ecosistemas Seminaturales Estables 10.805,7 km ² (2,2%)	Ecosistemas Seminaturales Alterados 3.507,4 km ² (0,7%)
	Transformado	Ecosistemas Transformados Recuperados 525,5 km ² (0,1%)	Ecosistemas Transformados Rehabilitados 4.673,3 km ² (1,0%)	Ecosistemas Transformados Estables 31.147,3 km ² (6,4%)

Fuente: Sinchi y PNN, 2017.

Tasa anual de cambio de frontera agropecuaria, periodo 2016-2018

La frontera agropecuaria se concibe como aquellas áreas que tienen un uso agrícola o pecuario; se delimitan a partir de las coberturas terrestres antrópicas. Adicionalmente, se toman solo aquellas zonas que están influenciadas por la red vial terrestre y ríos navegables (>0km - <3km), que las interconecta con el centro del país. Las que cumplen estas condiciones conforman la frontera agropecuaria en sí, las otras zonas intervenidas se han denominado enclaves agropecuarios, y el resto de la zona se clasifica como no agropecuaria.

La frontera agropecuaria se ha concentrado hacia la zona noroccidental de la Amazonia colombiana, en los departamentos de Caquetá, Meta, Guaviare y Putumayo. Sin embargo, es posible evidenciar cierto avance hacia la franja central en dirección a los departamentos de Guaviare y Vaupés. Esto se debe en gran medida a la accesibilidad terrestre que existe en estas áreas (Figura 6.19).



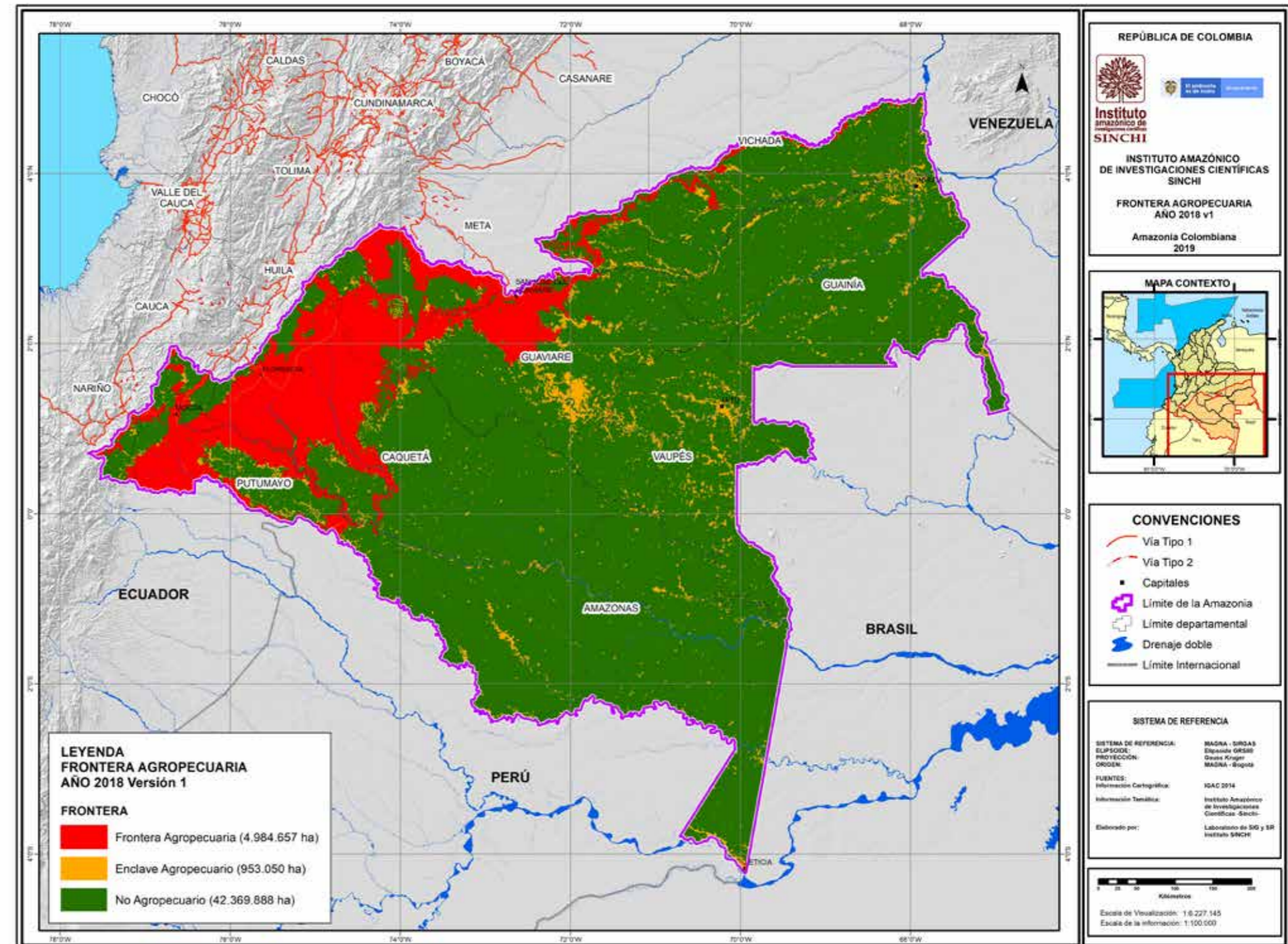
Fotos: Banco de imágenes Imprenta Nacional AdobeStock, las vacas lecheras se alimentándose.

En 2018 el total de la frontera agropecuaria en la Amazonia ascendía a 4.984.657 ha, esto es el 10% de la región.

Desde el 2002 hasta el 2018 la frontera ha sufrido un incremento continuo de superficie, con una tasa promedio anual de 115.565 ha/año; los mayores incrementos se presentaron durante los periodos 2014 y 2016 (Tabla 6.5).



Figura 6.19
Frontera agropecuaria 2018. (Sinchi, 2019).



Fotos: Banco de imágenes Imprenta Nacional AdobeStock, paisaje rural de campos agrícolas





Tabla 6.5
Seguimiento a la frontera agropecuaria 2002-2016

Años	Área de la frontera agropecuaria (ha)	Incremento total (ha)	% de incremento respecto al periodo anterior	Tasa anual de cambio (ha/año)
2002	3.247.813	0	0%	0
2007	3.894.453	646.640	19,9%	129.328
2012	4.282.034	387.581	10,0%	77.516
2014	4.599.232	317.198	7,4%	158.599
2016	4.866.232	267.000	5,8%	133.500
2018	4.984.657	118.425	2,4%	59.212

Fuente: Sinchi, 2019.

Los departamentos con mayor área dentro de la frontera agropecuaria para el 2018 son Caquetá y Meta con 2.289.972 ha y 1.046.054 ha, respectivamente (Tabla 6.6).



Tabla 6.6
Frontera agropecuaria (ha) por departamentos año 2018

Departamento	Frontera agropecuaria	Enclave agropecuario	No agropecuario	Total
Caquetá	2,289,972	64,629	6,649,997	9,004,598
Meta	1,046,054	47,192	2,241,931	3,335,176
Putumayo	839,416	55,474	1,684,629	2,579,518
Guaviare	608,604	228,806	4,712,911	5,550,320
Cauca	94,593	5,835	393,796	494,224
Vichada	65,300	89,577	3,626,640	3,781,517
Nariño	40,718	5,779	247,689	294,187
Vaupés	0	174,187	5,134,443	5,308,630
Amazonas	0	143,816	10,730,176	10,873,992
Guainía	0	137,757	6,947,676	7,085,432
Total	4,984,657	953,050	42,369,887	48,307,594

Fuente: Sinchi, 2019.

Tasa anual de cambio de las áreas prioritarias para restauración ecológica en rondas hídricas, nacimientos y suelos con pendiente mayor al 100%, periodo 2014-2018 de la Amazonia colombiana

Las rondas hídricas, los nacimientos y los suelos con pendientes mayores al 100% son unidades que, por normatividad ambiental, deben conservarse con coberturas naturales protectoras. El monitoreo de estas zonas ha permitido identificar, mediante un análisis espacial multicriterio, las zonas que poseen coberturas transformadas dentro de estas unidades. Esta información se actualiza de acuerdo a los mapas de coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana, por esto, actualmente se cuenta con información de áreas para restaurar para los periodos 2002, 2007, 2012, 2014, 2016 y 2018.



Fotos: Banco de imágenes Imprenta Nacional
AdobeStock, Cultivos de café y productos
agrícolas camino a Manizales desde el
municipio de Chinchiná Caldas en Colombia



Figura 6.20

Áreas para restaurar en rondas hídricas (en rojo), al 2018. (Sinchi, 2019).

Las áreas para restaurar en zonas de protección de rondas, nacimientos y suelos con pendientes mayores al 100%, de 2018, se concentran en los departamentos de Caquetá, Meta, Putumayo y Guaviare y en menor porcentaje hacia la Amazonia suroriental (Figura 6.20).

Para el 2018 el total de áreas para restaurar en rondas y suelos con pendientes > 100% cubrían 1.309.860 ha. La tasa de cambio de estas áreas en el periodo 2016-2018 fue de 15.754 ha/año. Cuando se hace una mirada más amplia desde el 2002 hasta el 2018 estas zonas se han incrementado en un 40% con respecto al 2002; el mayor incremento se presentó en el periodo 2012-2014 con 40.070 ha/año (Tabla 6.7).

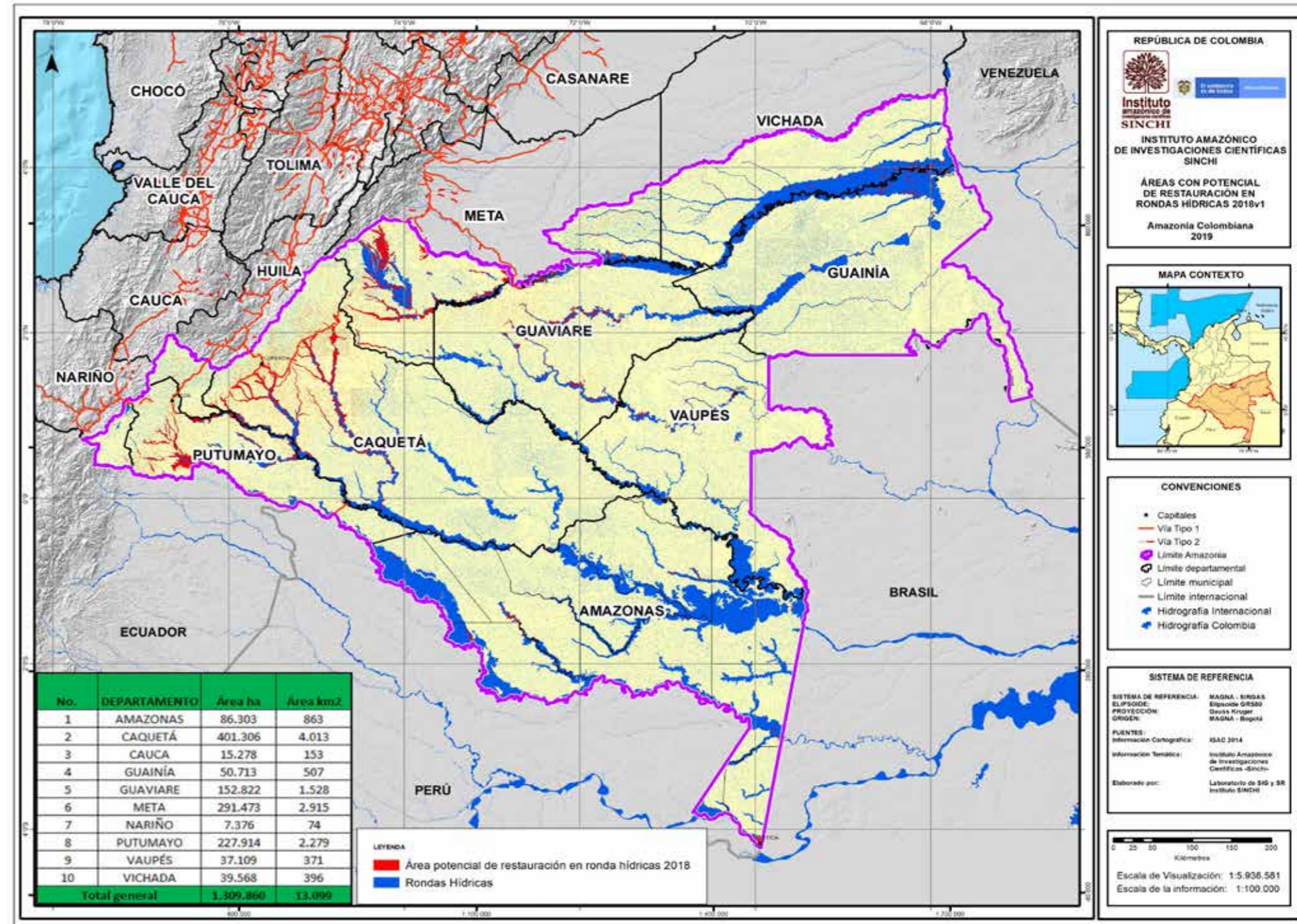




Tabla 6.7

Seguimiento a superficies (ha) de áreas transformadas en rondas, nacimientos y suelos con pendientes mayores al 100% en el periodo 2002-2016.

Años	Área (ha)	Incremento total (ha)	% de incremento respecto al periodo anterior	Tasa anual de cambio (ha/año)
2002	931.816	0	0	0
2007	1.071.426	139.610	14,9	27.922
2012	1.160.605	89.179	8,3	17.835
2014	1.240.746	80.141	6,9	40.070
2016	1.278.351	37.605	3,0	18.802
2018	1.309.860	31.509	2,4	15.754

Fuente: Sinchi, 2019.

En el 2018 los departamentos con las mayores áreas con coberturas antrópicas en estas zonas de manejo especial para protección de recursos agua y suelo, con superficies superiores a las cien mil hectáreas, son en su orden Caquetá, Meta, Putumayo y Guaviare (Tabla 6.8). Estas cifras pueden tomarse como un indicativo de las prioridades para poner en marcha los proyectos de restauración ecológica en la región.



Tabla 6.8

Seguimiento a superficies (ha) por departamento de áreas transformadas en rondas, nacimientos y suelos con pendientes mayores al 100% en el periodo 2002-2018.

Departamento	2002 (ha)	2007 (ha)	2012 (ha)	2014 (ha)	2016 (ha)	2018 (ha)
Amazonas	56.088	73.519	80.805	85.166	85.295	86,303
Caquetá	305.969	342.219	356.166	380.315	395.291	401,306
Cauca	13.565	14.163	14.220	14.844	14.946	15,278
Guainía	33.860	42.100	47.989	50.127	50.037	50,713
Guaviare	108.728	126.634	139.655	145.713	148.746	152,822
Meta	174.161	208.881	236.779	262.139	276.693	291,473
Nariño	4.984	5.698	6.743	7.151	7.180	7,376
Putumayo	181.545	198.162	206.924	219.136	226.038	227,914
Vaupés	27.954	30.370	36.656	38.100	36.592	37,109
Vichada	25.260	29.680	35.048	38.587	38.026	39,568
Total	932.114	1.071.427	1.160.985	1.241.279	1.278.844	1,309,860

Fuente: Sinchi, 2019.



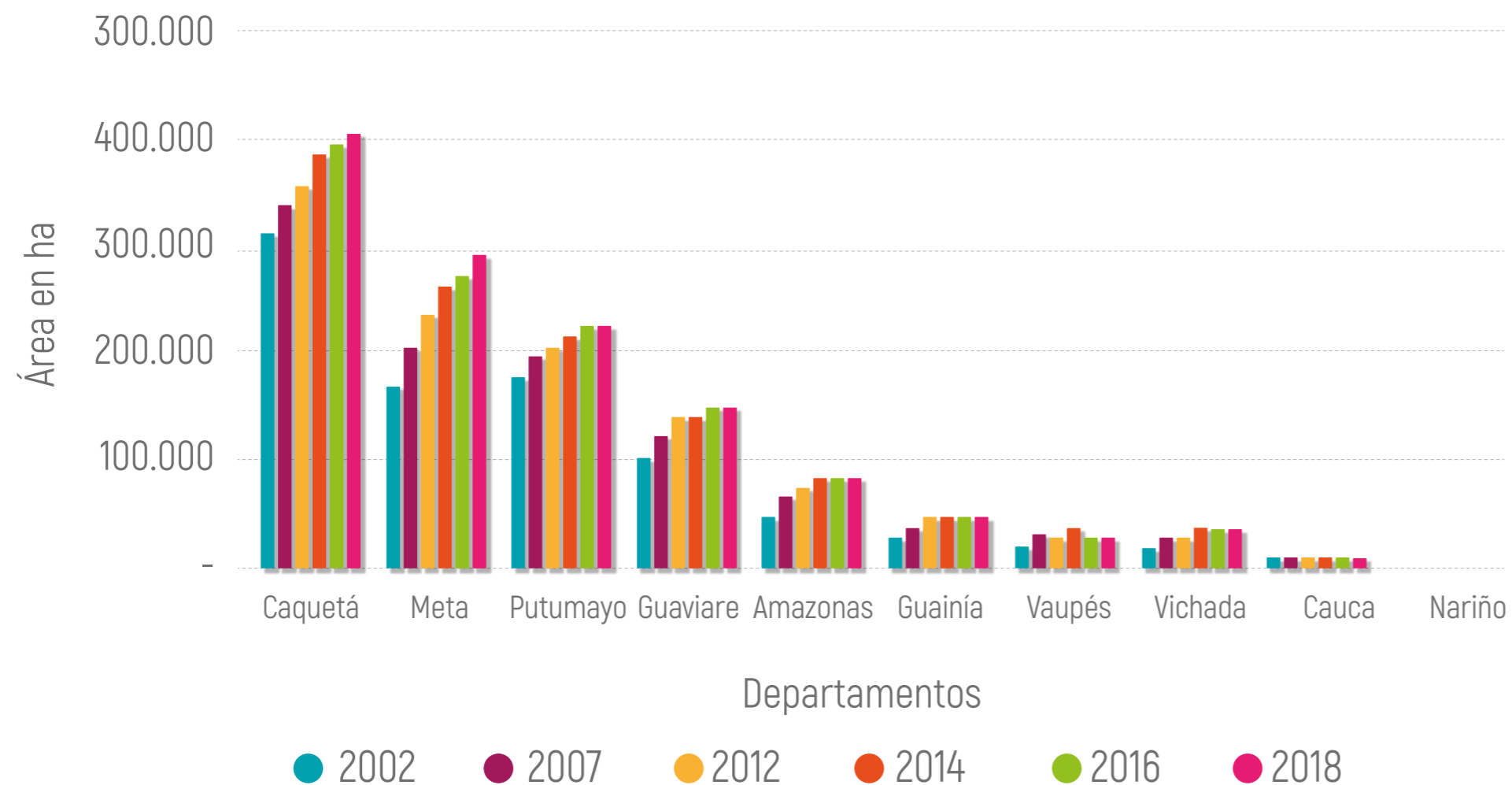
Fotos: Banco de imágenes Imprenta Nacional
 AdobeStock, Vista aérea del salto de tequendamá



Figura 6.21

Zonas para restauración en rondas y suelos de alta pendiente en el período 2002-2016, por departamento. (Sinchi, 2019).

La comparación de las superficies con coberturas antrópicas en rondas y nacimientos hídricos y en suelos con alta pendiente evidencia que los departamentos de Caquetá, Meta, Putumayo y Guaviare tienen las mayores áreas afectadas, así como la transformación progresiva de estas zonas. (Figura 6.21).



Referencias

capítulo 6

- [1] Ideam, CAR & U.D.C.A (2017). *Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por salinización*. Bogotá: Idea-CA-U.D.C.A.
- [2] Ideam (2018). Mapa de susceptibilidad a la degradación de suelos por salinización, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- [3] FAO (2000). *Evaluación de la degradación de tierras en zonas áridas*. Roma. FAO.
- [4] 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, v. 2.0*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), 52 pp.
- [5] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Global Forest Resources Assessment 2015. ¿How are the world's forests changing? 2nd ed.* FAO.
- [6] González, J., Cubillos, A., Chadid, M., Arias, M., Zúñiga, E., Cubillos, M., Joubert, F. & Pérez, I. (2018). *Lineamientos conceptuales y metodológicos para la caracterización de causas y agentes de la deforestación en Colombia*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD.
- [7] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2017). *Indicadores ambientales. Ecosistemas (recursos forestales)*. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/ecosistemas-recursos-forestales>.
- [8] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) (2019). *Resultados de Monitoreo de la deforestación en Colombia 2018*. Bogotá: Ideam.

7

Desarrollo, sostenibilidad y comunidades



Autores del capítulo

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: Ana María Hernández, Ana María Bernal, Adriana Zapata, Julián Páez, Gabriel Saldarriaga.

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi): Elizabeth Riaño Umbarila, Carlos Ariel Salazar Cardona

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIA): Moisés Mosquera Blandón, Samia Yisella Mosquera Ramírez, Haidyn Luis Moreno, Robinson Stiwar Mosquera, Yair Mayo Lozano, Mirla Perea Murillo, Jovanny Mosquera Pino, Jairo Miguel Guerra, Yesid Rayo Pino, Carlos Fernando Vélez, Vicky Vega, Óscar Lewis Perea Lozano, Francisca Elenith Ortiz, Heimar Jiménez Mosquera, Ómar Quinto.

Asociación de Consejos Comunitarios y Organizaciones del Bajo Atrato (Ascoba)

Asociación de Pescadores de Riosucio (Asopescar)

Fundación Cavallinesia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

Consejo Comunitario de Tutunendo

Consejo Comunitario Mayor del Alto San Juan (Asocasan)

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar): Alfredo Rodríguez, Alexander Girón, Jorge Viaña, Diana Bustos Montes, Fabián Escobar, Mario Rueda.



Fotos: Banco de imágenes Imprinta Nacional AdobeStock, Vista aérea del salto de tequendama

Residuos peligrosos (2014-2018)



43%
Sometidos a
tratamiento



28%
Disposición
final



28%
Aprovechamiento

El sector de hidrocarburos (extracción refinación y transporte) es el que reporta la mayor generación de residuos peligrosos a nivel nacional.



Generación de residuos peligrosos 2018: 635.518 toneladas

ODS

3 Salud y bienestar



9 Industria, innovación e infraestructura



11 Ciudades y comunidades sostenibles



12 Producción y consumo responsables



13 Acción por el clima

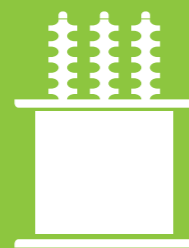


15 Vida de ecosistemas terrestres



Bifenilos policlorados (PCB)

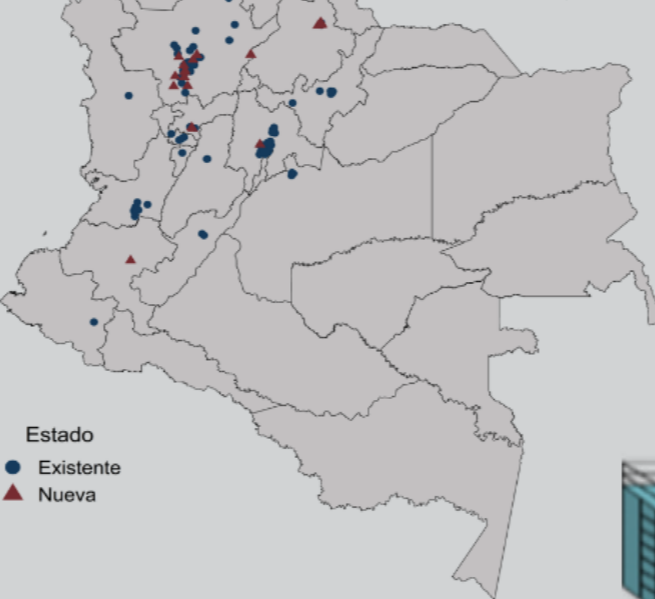
En el 2018 se reportaron en el país 536.538 unidades de equipo o desechos contaminados con PCB, acercándonos más a la meta de identificación y eliminación total de PCB en Colombia.



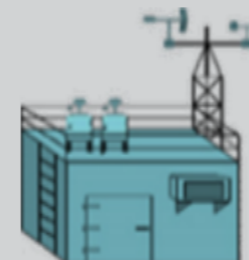
Calidad del aire



De acuerdo con el informe del estado de calidad del aire en Colombia elaborado por el Ideam en 2018, el 30% de las estaciones que monitorean PM10, presentaron concentraciones promedio anuales por debajo de los 30 µg/m³.



Estado
● Existente
▲ Nueva

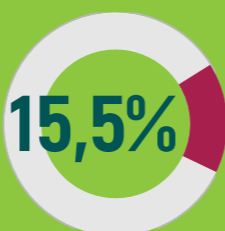


Generación de residuos no peligrosos

La generación de residuos peligrosos es liderada por el Valle del Cauca 32,2%, seguido de Cauca 14,5% y Antioquia 14,1%. Por su parte, Bogotá, D. C. está en el quinto lugar con una generación del 5,8 %.



41,1%
Residuos de
origen vegetal
y animal



15,5%
Lodos de
tratamiento
de aguas
residuales
industriales

Demanda y presión de los recursos

RUA Manufacturero

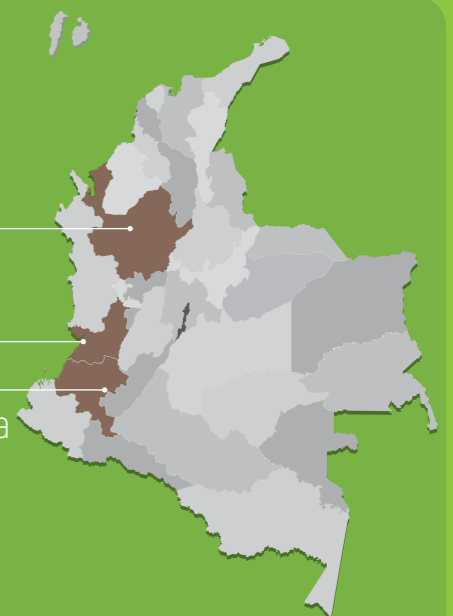
Generación de vertimientos

13,9%
Antioquia

11,7%
Cauca

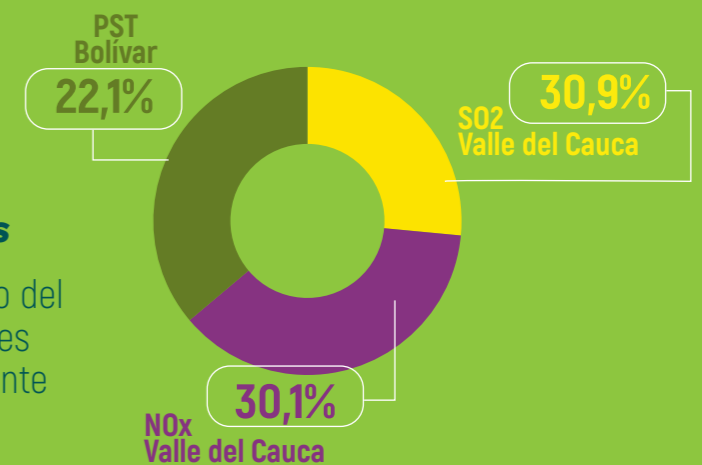
41,7%
Valle del Cauca

Los departamentos que reportan mayores volúmenes de agua vertida

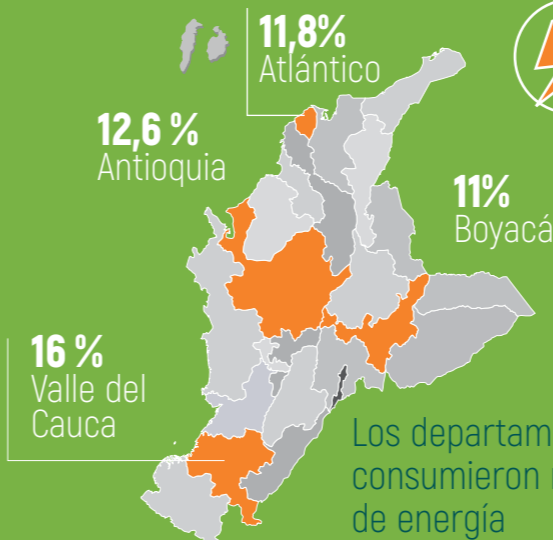


Generación de emisiones

El departamento del Valle del Cauca es el mayor aportante de SO2 y NOx.



Consumo de energía



11,8%
Atlántico

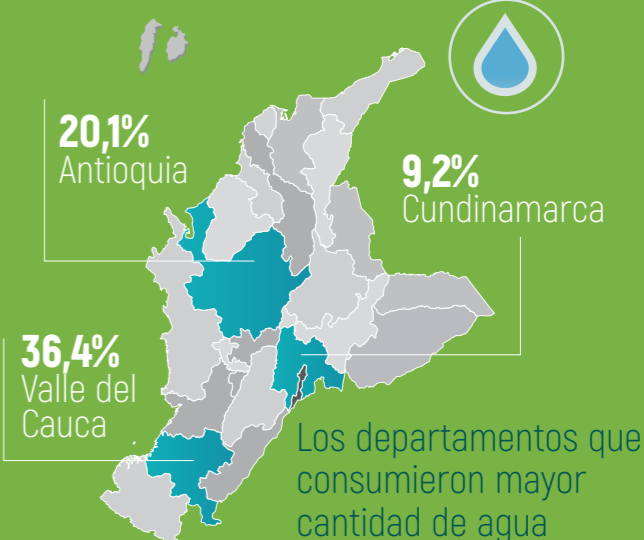
12,6%
Antioquia

11%
Boyacá

16%
Valle del
Cauca

Los departamentos que consumieron mayor cantidad de energía

Consumo de agua



20,1%
Antioquia

9,2%
Cundinamarca

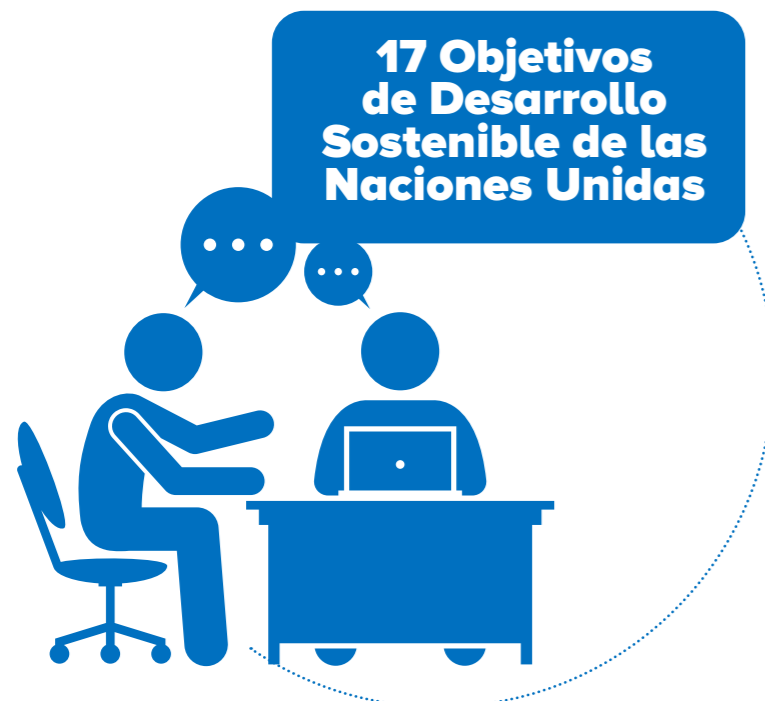
36,4%
Valle del
Cauca

Los departamentos que consumieron mayor cantidad de agua

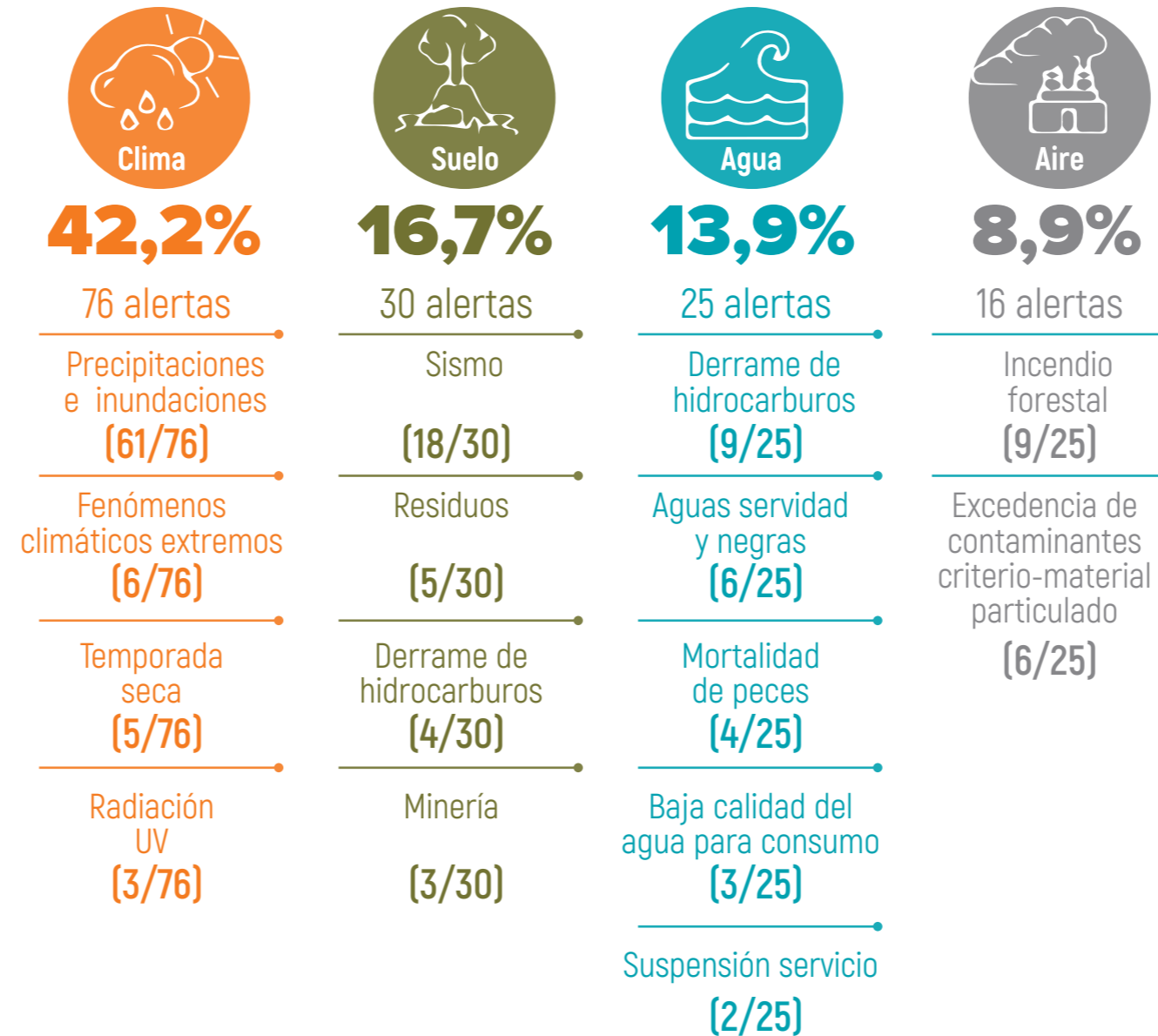


Uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas es lograr que las ciudades y comunidades sean sostenibles; distintos factores como la superpoblación, el consumo desmedido de recursos naturales, la contaminación y la desigualdad social han impulsado la aparición de estrategias para lograr dicha sostenibilidad. Para lograr cumplir con la meta de las Naciones Unidas, y generar acciones y estrategias con el fin de aumentar la sostenibilidad de las comunidades, primero se debe dar una mirada actual al desarrollo urbano y a la distribución de las poblaciones.

Los resultados del reciente censo en Colombia arrojaron que la población se concentra en las cabeceras municipales y se ha presentado un crecimiento en la población concentrada en las áreas rurales. Igualmente, es la población con mayor concentración de personas en edad productiva, esto favorece el desarrollo de las comunidades. Sin embargo, el desarrollo trae consigo nuevos desafíos y presiones asociadas con el uso de los recursos naturales [1], [2].

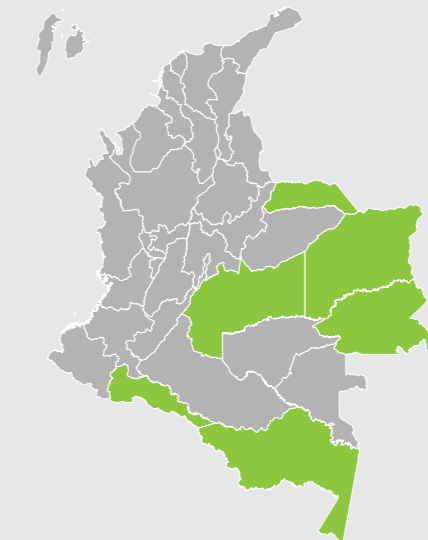


Comportamiento componente ambiental y fuente de afectación

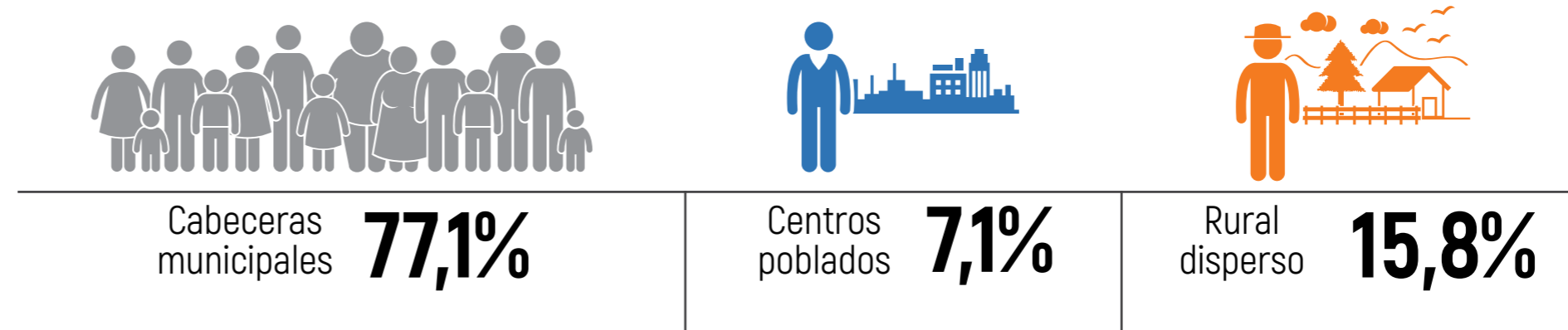


Fuente: INS. 2018. <https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Paginas/Factores-de-Riesgo-Ambiental.aspx>

En 2018 los departamentos con mayor porcentaje de población en edades jóvenes (entre los 15 y los 29 años) son:



Distribución de la población por ubicación



Fuente: Dane 2018. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>

CALIDAD DEL AIRE Y DESARROLLO URBANO¹

Durante las últimas décadas a nivel mundial, se han venido realizando grandes esfuerzos en el mejoramiento de la calidad del aire. La implementación de redes de monitoreo, el mejoramiento de las tecnologías de medición y el aseguramiento de la calidad de los datos, han sido frentes de trabajo que gracias a su rápida evolución, permiten contar con datos que se acercan cada vez más a las condiciones reales de la calidad del aire.

De acuerdo con el ponderado anual del Índice de Calidad del Aire para los principales centros urbanos del país, durante el año 2018 no se presentó ninguna estación en clasificación “Dañina para la Salud” y se presentó un aumento en el número de estaciones con clasificación buena con 13 estaciones, con respecto a las 8 que se presentaron en 2017.

¹ Preparado por Grupo de seguimiento a la sostenibilidad del desarrollo, Subdirección de Estudios Ambientales, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: Ana María Hernández y Gabriel Saldaña en colaboración con Leonardo Pineda y Óscar Julián Guerrero Molina.



Foto: Banco de imágenes, Imprenta Nacional, Adobe Stock. Bogotá, D. C.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), “La salud ambiental está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona. Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud”. https://www.who.int/topics/environmental_health/es/

Con respecto específicamente a la contaminación del aire, esta se convierte en una amenaza para la salud de la población, relacionada con un rápido desarrollo insostenible basado en el consumo de combustibles fósiles.

Si bien es necesario continuar mejorando la calidad del aire en algunas regiones del país, a 2018 el 94,2% y el 94,5% de las estaciones de monitoreo que evaluaron PM2.5 y PM10 reportaron cumplimiento de los niveles máximos anuales establecidos por la normatividad nacional para estos contaminantes.



Foto: Banco de imágenes, Imprenta Nacional, Adobe Stock. Bogotá D. C.

distribuidas en 27 Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire. La cobertura espacial del monitoreo abarcó 83 municipios y 22 departamentos, concentrándose, especialmente en las áreas de jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la Secretaría Distrital de Ambiente y el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente de Santiago de Cali.

Las cifras obtenidas a partir de la información reportada en el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIRE) en 2018 demostraron que los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire instalados en el país realizaron en su gran mayoría el seguimiento al material particulado menor a 10 micras (PM10), el cual fue evaluado por el 74,9% de las estaciones que operaron en el país durante 2018. El comportamiento anual

de este contaminante en las principales ciudades del país mostró excedencias al nivel máximo permisible ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) establecido por la Resolución 2254 de 2017, en las estaciones de monitoreo localizadas en Bogotá (Carvajal – Sevillana y Kennedy), en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Éxito San Antonio) y en Santiago de Cali (ERA Obrero), lo cual pone en evidencia la presencia de concentraciones moderadas con efectos potenciales a la salud de la población.

Por su parte, las concentraciones anuales de material particulado menor a 2,5 micras (PM2.5) presentaron para algunas estaciones niveles que incumplen el límite máximo permisible para PM2.5 establecido por la Resolución 2254 de 2017 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, las estaciones

Sabaneta – Sur - Tráfico Sur, Medellín - Tráfico Centro; por su parte Carvajal Sevillana en jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente y en Santiago de Cali, la estación Universidad del Valle.

Para el ozono (O_3), los puntos de seguimiento que, a nivel nacional, presentan la mayor cantidad de días con excedencias al límite máximo permisible establecido para un tiempo de exposición de ocho horas, corresponde a las estaciones de monitoreo Universidad del Valle (22 días) y Pance (14 días), localizadas en jurisdicción del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) de la ciudad de Cali y Corporación Lasallista – Caldas (20 días) y Colegio Concejo – Itagüí (20 días) en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA).

Durante el año 2018, las concentraciones de NO_2 a nivel nacional se encontraron en niveles inferiores al 83% del nivel máximo permisible anual contemplado en la Resolución 2254 de 2017, las estaciones Carvajal - Sevillana en Bogotá y Politécnico Jaime Isaza Cadavid en Medellín son las que registran las mayores concentraciones de este contaminante ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente).

En relación al dióxido de azufre (SO_2), durante el año 2018, el mayor número de excedencias se presentaron en la estación Bogotá – Mochuelo, operada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), 27 excedencias al nivel máximo permisible diario y 77 al nivel máximo permisible horario. Por su parte, la estación de monitoreo Parque Recreacional del Norte, ubicada en el municipio de Sogamoso en

jurisdicción de Corpoboyacá, presentó 6 excedencias al nivel máximo permisible horario (100 µg/m³). A pesar de ello, la valoración del Índice de Calidad del Aire reflejó una cualificación “buena” en el 99,8% de los casos evaluados.

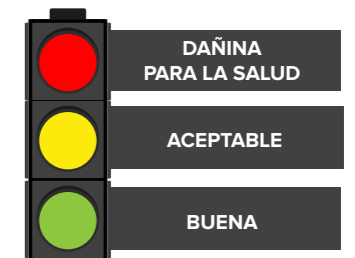
En cuanto el parámetro Monóxido de Carbono (CO) durante 2018, no se presentaron excedencias a los niveles máximos permisibles diarios y octohorarios.

La evaluación de los potenciales efectos de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos en la salud de la población se realiza a través del cálculo del Índice de Calidad del Aire (ICA), el cual corresponde a un valor adimensional, entre 0 y 500, que le asigna a determinada concentración, un color y una categoría, que de menor a mayor representa los potenciales efectos asociados en la salud.

En este sentido, es necesario que a nivel nacional se continúe con la formulación e implementación de programas de prevención, control y reducción de la contaminación del aire, con el objetivo de disminuir las concentraciones de los contaminantes atmosféricos y



Figura 7.1
Evaluación del Índice de Calidad del Aire



Número de estaciones que reportaron más del 75% de datos del tiempo de operación y que presentaron índices de calidad del aire dañino, aceptable y bueno para los contaminantes PM10 y PM2.5.

Fuente: Ideam, 2019.



- La información reportada hace parte de la red de calidad del aire de las autoridades ambientales. Los datos contenidos tienen una representatividad temporal mayor al 75% de los datos para cada periodo anual.
- Contaminantes: Material Particulado menor a 10 micras y Material Particulado menor a 2.5 micras.

cumplir con los niveles máximos permisibles establecidos como obligatorios a partir de 2030. Las medidas a ser implementadas en las ciudades y regiones, deben involucrar no solo al Gobierno nacional y local, sino a

los representantes de los sectores productivos, la sociedad civil, la academia y demás instituciones relacionadas con el tema, avanzando así en una verdadera gobernanza de la calidad del aire.

ANILLO DE POBLAMIENTO EN LA AMAZONIA COLOMBIANA²

El anillo de poblamiento de la Amazonia colombiana constituye la expresión espacial del sistema de asentamientos humanos en la región.

En la Amazonia colombiana, el avance de las estructuras urbanas ha tenido lugar por su costado noroccidental, debido a la expansión de la población de la región Andina hacia el este y sur de la región, tendencia que se mantiene en la actualidad. Adicional a esto, en los últimos 17 años, desde los enclaves económico-extractivos y geopolíticos localizados al oriente de la Amazonia, se reporta el avance de la ocupación por medio de conectores viales y fluviales, los cuales avanzan desde el oriente hacia el occidente y norte de la región, tienden a unir el área de poblamiento continuo del piedemonte con el límite oriental con ocupación más dispersa.

² Preparado por Instituto Sinchi: Elizabeth Riaño Umbarila. Investigadora Grupo Dinámicas Socioambientales. [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].



Foto: Banco de imágenes, Imprenta Nacional, Adobe Stock. Amazonas.

El monitoreo de la superficie del territorio amazónico dentro del anillo de poblamiento toma como insumo los mapas de coberturas del Instituto Sinchi, considerando las áreas transformadas pues constituyen el núcleo del asentamiento poblacional. Allí se localizan las áreas urbanas y las zonas de producción, las cuales que se estructuran mediante una red vial terrestre y fluvial. Las áreas transformadas las componen las capas

El anillo de poblamiento en la región amazónica colombiana da cuenta de los procesos de ocupación, poblamiento y urbanización de este territorio. La urbanización ha sido un proceso dinámico reportado en la Amazonia desde los años 70. Por anillo se entiende el área geográfica de poblamiento continuo y jerarquizado, que tiene una red de comunicaciones integrada al conjunto de los diferentes tipos de centros urbanos a la economía de mercado, siendo a su vez soporte de nuevas oleadas de ocupación.

de pastizales, vegetación secundaria, territorios artificializados y cultivos.

La extensión del anillo está determinada por integración de las capas de áreas transformadas, el área de influencia de las vías terrestres y fluviales y los centros urbanos. La existencia de estas redes permite los flujos de materia, energía e información, así como el desarrollo de la vida cultural y social de sus habitantes.

En 2002, la extensión del anillo correspondía al 19,17% del territorio amazónico colombiano; en 2007, al 19,63%, en 2012, al 21,85% de la región, en 2016 al 22,48% y en 2018 al 23,24%.

Entre 2002 y 2018 el incremento de la superficie del anillo de poblamiento fue de 21,25%, lo que equivale a sumar cada año 1.176,51 km² a dicha superficie en un lapso de 16 años.

En 2018 los departamentos de Caquetá, Meta, Guaviare y Putumayo fueron los de mayor porcentaje de superficie departamental dentro del anillo regional. De los 112.289,53 km² del anillo el 28,52% se localizó en Caquetá, el 17,20% en Meta, el 14,08 % en Guaviare y el 12,65% en Putumayo, concentrando en tales departamentos el 72,45 % del anillo regional.

En todos los departamentos de la región se reporta incremento en la superficie incorporada al anillo de poblamiento, siendo Putumayo y Guaviare los que reportan el mayor incremento, seguidos de Caquetá.

A nivel municipal fueron San Vicente del Caguán, La Macarena, Cumaribo, San José del Guaviare y Cartagena del Chairá las entidades que concentraron el mayor porcentaje de superficie del anillo regional. A continuación siguen Solano, El Retorno, Puerto Leguízamo y Miraflores. La deforestación promovida con fines de acaparamiento de tierras, la minería ilegal y existencia de cultivos de uso ilícito son determinantes en la expansión del anillo de poblamiento y mantiene el fenómeno de “ocupación sin poblamiento” (Arcila, 2010). Se han incorporado áreas de bosque amazónico para el cultivo de palma con el consecuente detrimento de los ecosistemas.

Siguiendo la dirección occidente a oriente y teniendo como eje epicentral las tres ciudades capitales de los departamentos del occidente amazónico (San José del Guaviare, Mocoa y Florencia), la consolidación del anillo de poblamiento se manifiesta en la colonización de las áreas rurales, pero ante todo en un sistema de asentamientos urbanos de los que hacen parte una serie de ciudades capitales departamentales, cabeceras municipales, centros poblados, y otras formas de

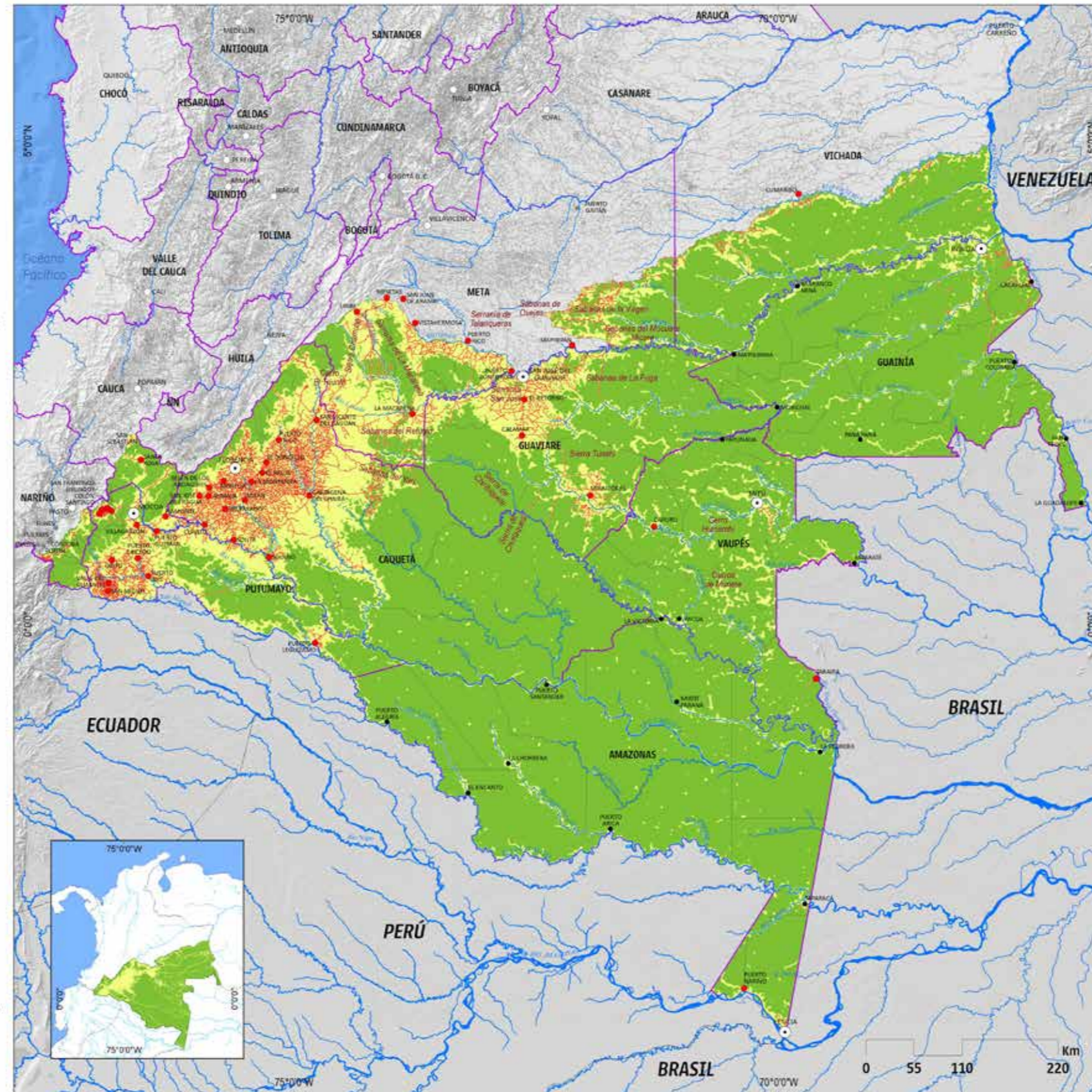
ocupación territorial como los asentamientos existentes en los departamentos de Amazonas, Guainía y Vaupés.

En esta superficie denominada de anillo de poblamiento pueden concentrarse los esfuerzos para implementar procesos de recuperación y restauración del bosque, restablecimiento de conectividad en rondas hídricas, actividades productivas silvopastoriles fortaleciendo una cultura de convivencia armónica entre los pobladores y su entorno.





Figura 7.2.
 Anillo de poblamiento en la región Amazónica colombiana, 2018



Fuente:
 Base Cartográfica: Dinámicas Socioambientales, Grupo SIGSR,
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi,
 Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.
 Mapa temático: Grupo Dinámicas Socio Ambientales
 a partir del Mapa de Coberturas 2018.
 Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.

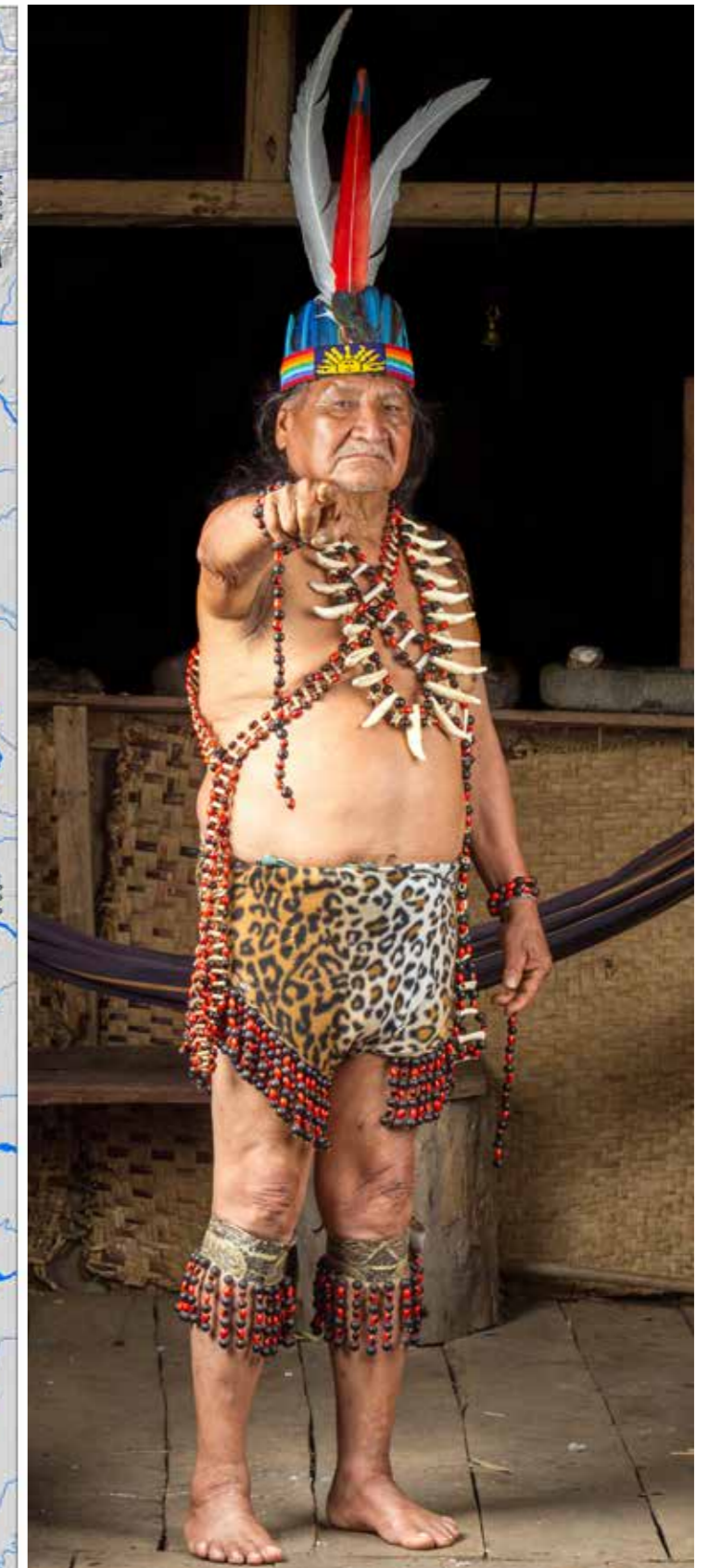


Foto: Banco de imágenes, Imprenta Nacional, Adobe Stock. Amazonas.



Tabla 7.1.

Superficie del anillo de poblamiento y su proporción en los departamentos y la región amazónica colombiana, 2002-2018

Entidad territorial	2002		2007		2012		2016		2018	
	Superficie Anillo km ²	%	Superficie Anillo km ²	%	Superficie Anillo km ²	%	Superficie Anillo km ²	%	Superficie Anillo km ²	%
Amazonas	6.332,89	5,82%	6.339,65	5,83%	6.914,37	6,36%	6.984,32	6,42%	7.424,42	6,83%
Caquetá	27.665,66	30,72%	28.272,69	31,39%	29.928,67	33,23%	30.932,96	34,35%	32.019,99	35,56%
Cauca	1.266,71	25,62%	1.392,34	28,17%	1.493,38	30,21%	1.593,43	32,23%	1.619,86	32,77%
Guainía	5.610,78	7,92%	5.777,65	8,16%	6.897,07	9,74%	6.780,28	9,58%	7.160,24	10,11%
Guaviare	12.305,65	22,16%	12.690,54	22,85%	14.817,40	26,69%	14.943,84	26,91%	15.812,56	28,48%
Meta	14.524,40	43,55%	15.351,47	46,03%	17.201,07	51,58%	19.184,87	57,52%	19.319,01	57,93%
Nariño	696,77	24,10%	703,75	24,34%	855,67	29,59%	841,11	29,09%	855,24	29,58%
Putumayo	12.076,20	46,80%	12.556,83	48,66%	13.760,37	53,33%	13.802,84	53,49%	14.207,59	55,06%
Vaupés	7.010,66	13,17%	6.414,56	12,05%	7.489,06	14,07%	7.047,03	13,24%	7.204,28	13,54%
Vichada	5.118,48	13,54%	5.357,34	14,17%	6.200,33	16,40%	6.519,81	17,24%	6.666,20	17,63%
Región	92.608,19	19,17%	94.856,81	19,63%	105.557,39	21,85%	108.630,49	22,48%	112.289,53	23,24%

Fuente: Grupo Dinámicas Socioambientales Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) a partir de los mapas de coberturas 2002, 2007, 2012, 2016 y 2018 Laboratorio SIG y SR. Sinchi.



Para información más detallada sobre estos indicadores consulte <https://sinchi.org.co/inirida/indicadores>

CIUDADES Y ASENTAMIENTOS SOSTENIBLES, CONCENTRACIÓN DE LA POBLACIÓN EN ÁREAS URBANAS (ÍNDICE DE PICHEMEL DE LA AMAZONIA COLOMBIANA)³

El sistema de asentamientos humanos está conformado por ocho formas de ocupación territorial o tipologías de organización espacial, entre ellas se cuentan las ciudades capitales departamentales, los centros urbanos cabeceras municipales, las cabeceras de áreas no municipalizadas (antiguos corregimientos departamentales), centros poblados (corregimientos e inspecciones de policía municipal), asentamientos en área rural, de comunidades indígenas en resguardo o fuera de estos, de pueblos en aislamiento y la forma más joven de ha-

bitar en la región, los Espacios Territoriales de Capacitación y Reincorporación (ETCR), originalmente Zonas Veredales Transitorias de Normalización.

Las diferentes maneras de habitar en la región son determinadas por las funciones de abastecimiento de productos o prestación de servicios habituales u ocasionales a los pobladores, pueden ser centros de mercado o sede administrativa, lo cual termina expresado en una realidad social y geográfica. Dependiendo de la organización de la sociedad que los hace posibles, de la función que cumplen dentro de esa misma sociedad y del sistema económico al cual se articulan, los asentamientos pueden ser nucleados o dispersos. La nucleación de la población supone un mayor grado de especialización del rol de los individuos en la sociedad y en la economía e implica una jerarquización de los asentamientos.

El sistema urbano es una estructura originada por la red de nodos y relaciones en los cuales se establece una serie de flujos entre los centros urbanos cabeceras departamentales, municipales y corregimentales (áreas no municipalizadas). En el área del piedemonte amazónico gracias a la red de transporte terrestre está más consolidado y se va dispersando hacia el noreste y sur de la región. El sistema urbano se estructura por una o varias redes urbanas y se determina la jerarquía urbana de la red conforme a la naturaleza y estructura de los servicios, que dan lugar a los diferentes escalones o niveles urbanos. El análisis del sistema urbano puede considerarse una

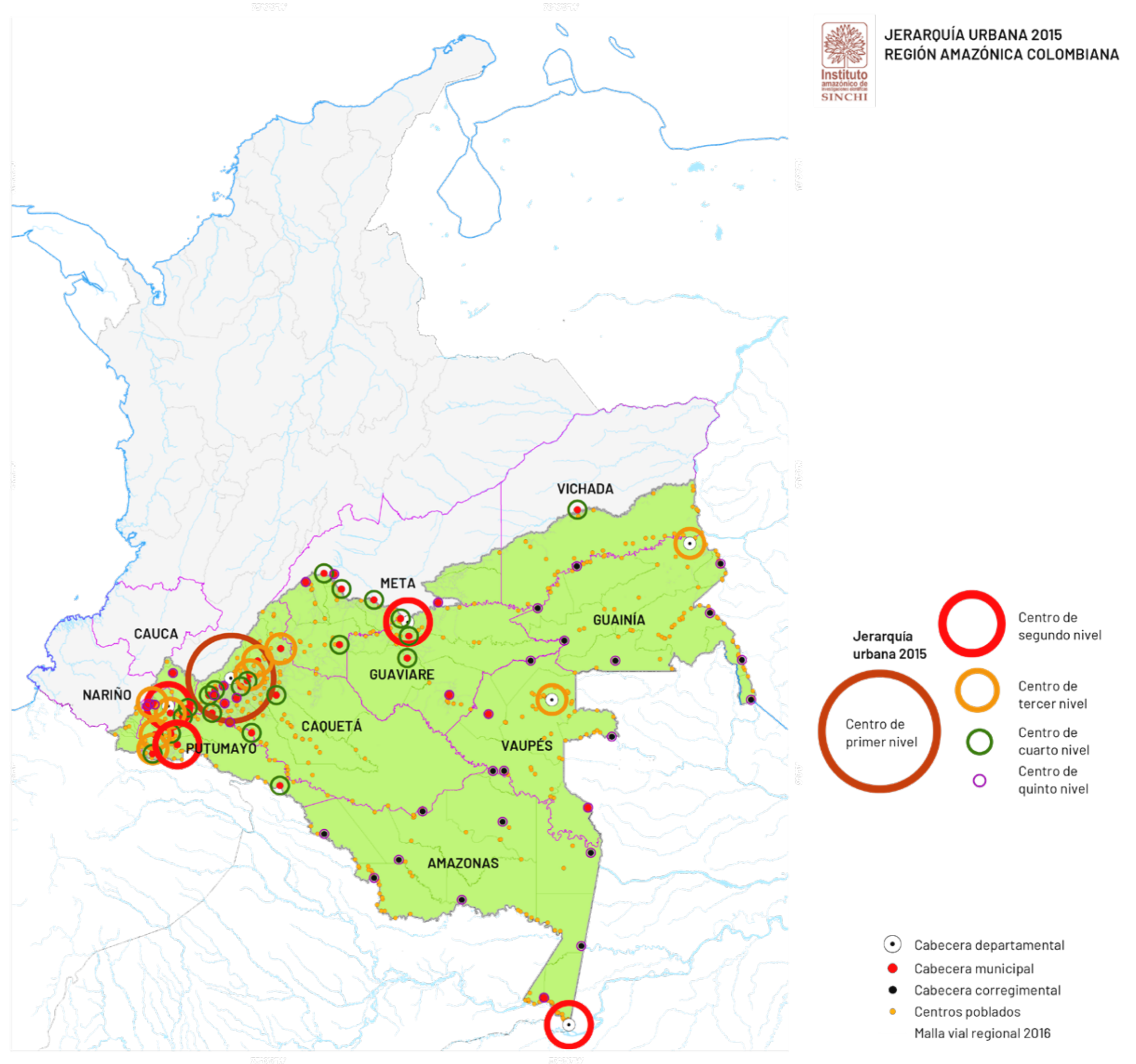
forma de aproximación al estudio de la organización del territorio y sus actividades, en el que las ciudades (o los centros urbanos) son consideradas como foco de producción, distribución, consumo y organización del sistema [11].

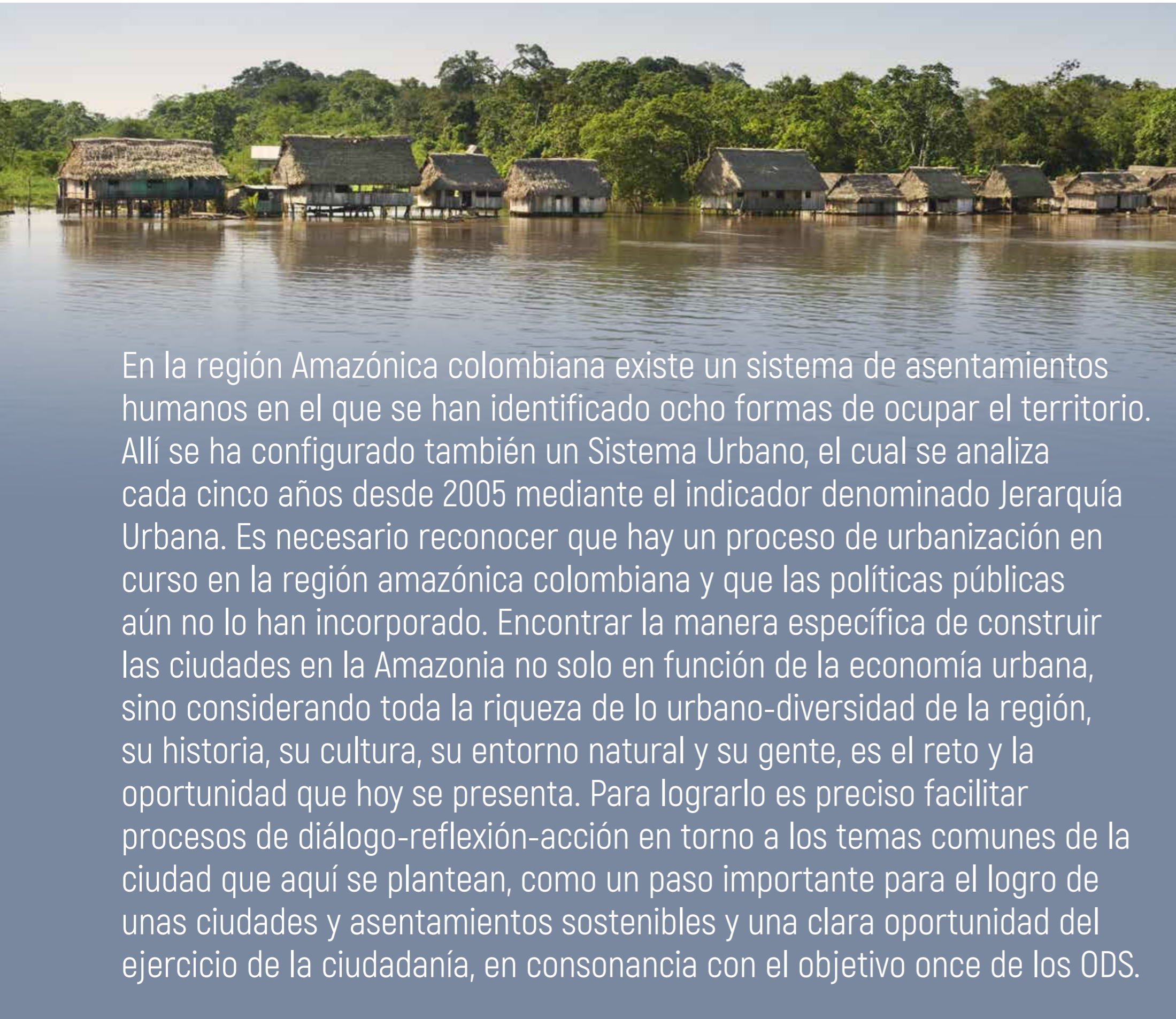
Con el trabajo de Riaño y Salazar (2009) [14], se realizó la primera identificación de la estructura jerárquica de los centros urbanos de la región amazónica colombiana durante el año 2005, según la oferta de servicios y equipamientos. Esto permitió establecer cinco categorías de centros urbanos, estos marcaron la línea base para continuar su monitoreo. En 2012, se hizo una segunda medición de este indicador de jerarquía urbana a partir de datos referidos al año 2010, mostró procesos de consolidación de algunos de los centros y el estancamiento o debilitamiento de otros. La más reciente medición se elaboró en 2017 con datos de 2015. Por el contrario, la tendencia que traían los centros urbanos de mejorar sus condiciones de oferta de servicios, en el último quinquenio analizado, revela el debilitamiento de los centros del grupo de municipios de menor jerarquía, los cuales también aumentaron en número. En el análisis de jerarquía urbana es útil identificar el equilibrio o desequilibrio territorial en cuando a la oferta de servicios y equipamientos que los centros urbanos ofertan a sus ciudadanos. En el mapa se observa la falta de equilibrio en el sistema urbano de la Amazonia. Ver mapa en figura 7.3.

³ Preparado por Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Grupo Dinámicas Socioambientales: Elizabeth Riaño Umbarila, Carlos Ariel Salazar Cardona. [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17].



Figura 7.3.
Anillo de poblamiento
en la región Amazónica
colombiana, 2018





En la región Amazónica colombiana existe un sistema de asentamientos humanos en el que se han identificado ocho formas de ocupar el territorio. Allí se ha configurado también un Sistema Urbano, el cual se analiza cada cinco años desde 2005 mediante el indicador denominado Jerarquía Urbana. Es necesario reconocer que hay un proceso de urbanización en curso en la región amazónica colombiana y que las políticas públicas aún no lo han incorporado. Encontrar la manera específica de construir las ciudades en la Amazonia no solo en función de la economía urbana, sino considerando toda la riqueza de lo urbano-diversidad de la región, su historia, su cultura, su entorno natural y su gente, es el reto y la oportunidad que hoy se presenta. Para lograrlo es preciso facilitar procesos de diálogo-reflexión-acción en torno a los temas comunes de la ciudad que aquí se plantean, como un paso importante para el logro de unas ciudades y asentamientos sostenibles y una clara oportunidad del ejercicio de la ciudadanía, en consonancia con el objetivo once de los ODS.

Las ciudades en la Amazonia tienen distinto tamaño poblacional, no pasan de diez los centros urbanos con las características propias de las ciudades. Además de las seis capitales departamentales (Florencia, San José del Guaviare, Mocoa, Leticia, Mitú e Inírida), las cabeceras municipales de San Vicente del Caguán, Puerto Asís, Villagarzón y Orito tienen un perfil cada vez más urbano, superando la condición de los típicos pueblos del país [16]. Se puede afirmar que no hay ciudades amazónicas ni modelos de ciudad para la Amazonia. Lo específico de cada una es un potencial que deben reconocer, valorar y conocer, de tal forma que se afiancen su identidad para propios y extraños.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) requieren miradas globales, nacionales y territoriales para las diferentes problemáticas que enfrentan las sociedades nacionales. También se deben establecer planes y programas para desarrollar en los distintos niveles del territorio. Por esto, en el caso de la Amazonia colombiana se valora la oferta de su sistema natural en el ámbito regional, entendiendo también su sistema de asentamientos humanos con todos los matices que presenta, así como en las ciudades y los centros urbanos implantados en la región.

Esto requiere un ejercicio de pedagogía para los habitantes de la Amazonia, de modo particular en sus centros urbanos y ciudades, pues los ciudadanos deben estar informados y tener un conocimiento que les permita valorar la oferta ambiental del lugar donde viven, teniendo en perspectiva un marco amplio de la región amazónica para Colombia y el planeta.



Figura 7.4.
Laderas de Florencia, 2016



Foto: Elizabeth Riaño Umbarila



Figura 7.5.
Barrios de Puerto Asís, 2017



Foto: Elizabeth Riaño Umbarila

La amazonia es la región que afronta procesos de urbanización y de progresiva conformación de un sistema de ciudades de manera reciente, esto requiere continuar con investigaciones para proponer acciones y estrategias que hagan del proceso de ocupación e intervención, uno con menores impactos ambientales y de mejores condiciones habitacionales, sociales y económicas para quienes viven y habitarán las nuevas ciudades.

En Colombia existe un creciente interés por incorporar el tema de ciudad en la planificación del desarrollo regional. Algunas misiones internacionales recomiendan aprovechar las potencialidades que ofrecen la aglomeración y la urbanización para mejorar las condiciones de vida y superación de la pobreza, tales como los recientes estudios sobre el sistema de ciudades, la promulgación de documentos Conpes sobre los programas de apoyo a planes de ordenamiento territorial departamental y municipal. Además, los compromisos del Estado colombiano para fortalecer el desarrollo urbano, conocer el sistema de ciudades y potenciar las aglomeraciones y la urbanización como estrategia



Figura 7.6.
Leticia y Tabatinga, 2017



 Fuente: Sinchi.



Figura 7.7.
Parque Viviendas en Mitú, 2008.





Figura 7.8.
Parque principal de Mocoa, 2017



Foto: Elizabeth Riaño Umbarila



Figura 7.9.
Transporte escolar, Puerto Nariño, Amazonas, 2005.

de desarrollo del país mediante la incorporación de la Nueva Agenda Urbana y la incorporación de los ODS.

El Sinchi y su Programa de Dinámicas Socioambientales pretenden contribuir en ese conocimiento, propiciar y acompañar diálogos sobre temáticas específicas referidas a las ciudades y al hábitat urbano en la Amazonia. Permitir que el ciudadano amazónico tenga una perspectiva de su ciudad tanto a nivel local, como en el contexto regional que dinamice una ciudadanía activa y participativa en los procesos de aprehender, comprender e incidir en el destino de su propio hábitat. Todo ello en sintonía con la Nueva Agenda Urbana 2016, que impulsa el desarrollo urbano dentro de un marco de sostenibilidad económica, social y ambiental y los ODS.

Los “temas generadores de diálogo” en torno a la ciudad en la Amazonia y discutidos en cuatro talleres son: ciclo de uso del agua y manejo de residuos sólidos; espacio público y accesibilidad; movilidad urbana sostenible; vivienda; seguridad alimentaria; salud; educación; empleo; diversidad sociocultural; ciencia y tecnología; y gobernanza, participación y transparencia. Cada uno de los temas circunscritos al particular entorno de cada ciudad y región. El proceso apenas se inicia y está en el momento de sumar alianzas para la construcción de las ciudades sostenibles en la Amazonia como experiencia de vida.



Foto: Elizabeth Riaño Umbarila



Figura 7.10.
Economía informal en Florencia, 2016



Para mayor información, consulte la Base de Datos
sobre Aspectos Sociales Inírida:

<https://www.sinchi.org.co/inirida>

IMPACTOS SOCIALES DE LA MINERÍA EN LA AMAZONIA COLOMBIANA⁴

Si bien la minería es una actividad centenaria en la región amazónica, en los últimos 10 años se ha convertido en un grave problema ambiental, social, cultural y de seguridad interna. La locomotora minera propuesta en la primera administración Santos desató un auge exploratorio no solo de oro, también de otros minerales con el consecuente auge en la solicitud de títulos, la prospección y la explotación. Pero estas actividades no recurrieron a los canales legales. Infortunadamente, la legislación nacional, la capacidad institucional regional y las comunidades locales no han logrado acuerdos y normas que permitan una gestión ambiental y social más responsable que atenúe una actividad de naturaleza conflictiva. Contar con un seguimiento sistemático de la minería permite establecer los principales impactos sociales sobre las comunidades que viven en la región. Para avanzar en este sentido el Sinchi presenta el libro *Minería. Impactos sociales en la Amazonia* [18].

⁴ Preparado por Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Grupo Dinámicas Socioambientales Carlos Ariel Salazar Cardona, Elizabeth Riaño Umbarila [18].

La región Amazónica colombiana constituye una amalgama de regiones y ecosistemas, en la cual las especificidades ambientales, sociales y económicas del territorio identifican unas subregiones que reflejan los procesos de ocupación y consolidación de la actividad antrópica, la intensidad y profundidad de la intervención y transformación de los ecosistemas, los cambios y ciclos en las relaciones económicas y de intercambio en la región en comparación con el país y el mundo, así como del ordenamiento legal del territorio.

En la región convergen la majestuosidad y riqueza en biodiversidad de sus ecosistemas, con procesos desorganizados y no sostenibles de poblamiento y establecimiento de actividades económicas que puedan servir de sustento a los pobladores de estos territorios. Por tal razón cuando se piensa en el territorio se deben considerar simultáneamente los ecosistemas, los pobladores, sus asentamientos y las relaciones económicas construidos, los cuales han sido predominantemente de carácter extractivista (flora, fauna, minerales). Esto significa que la región se empobrece, mientras que el



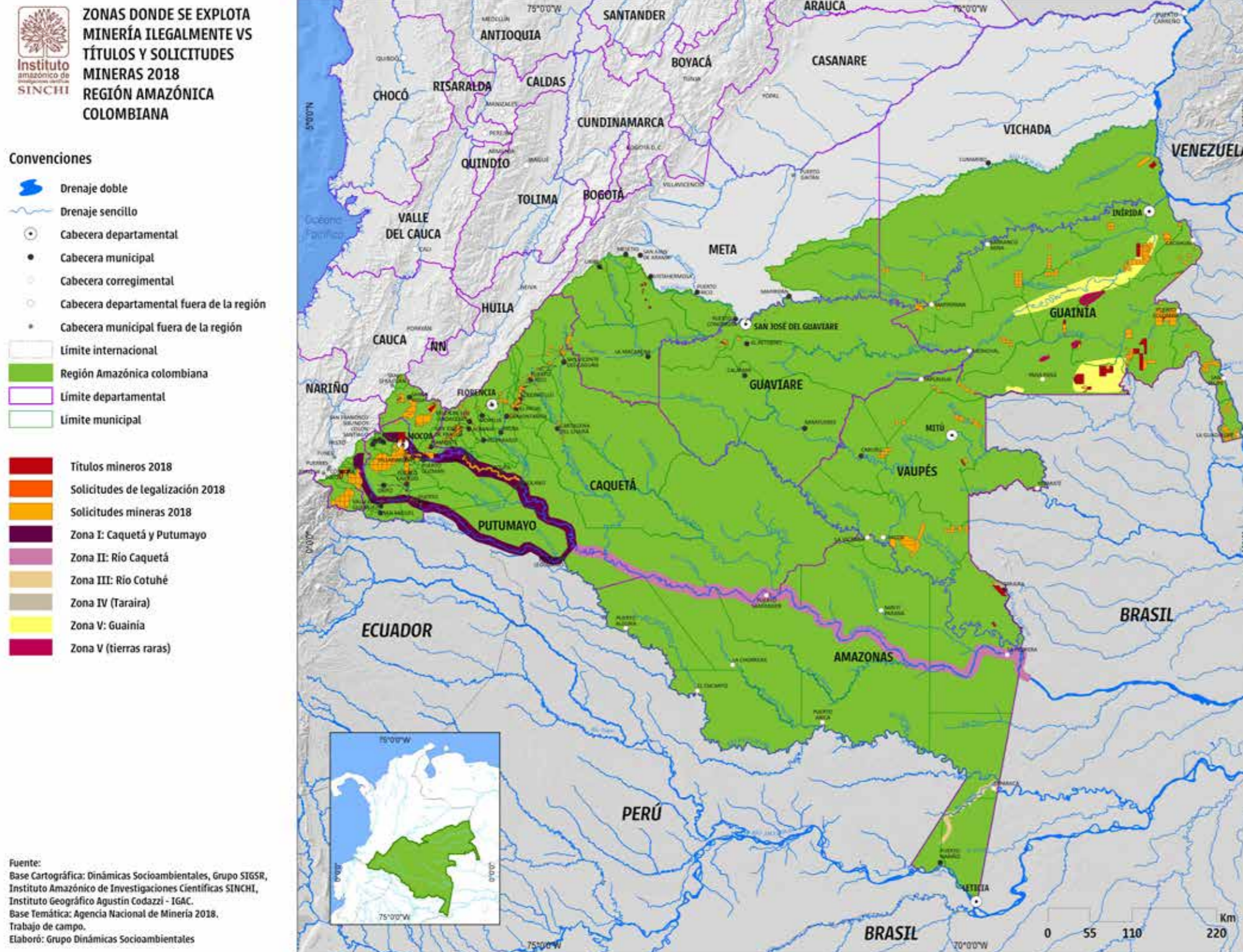
Los servicios ecosistémicos de regulación que presta la Amazonia podrían contribuir con el 25 a 33% de la solución al cambio climático



La actividad minera que se está llevando a cabo, casi toda de carácter informal y otra ilegal, reconfigura de nuevo la región amazónica colombiana.



Figura 7.11.
 Zonas donde se explota minería ilegal vs. títulos y solicitudes mineras, 2018.



valor agregado a las mercancías se produce extrarregionalmente.

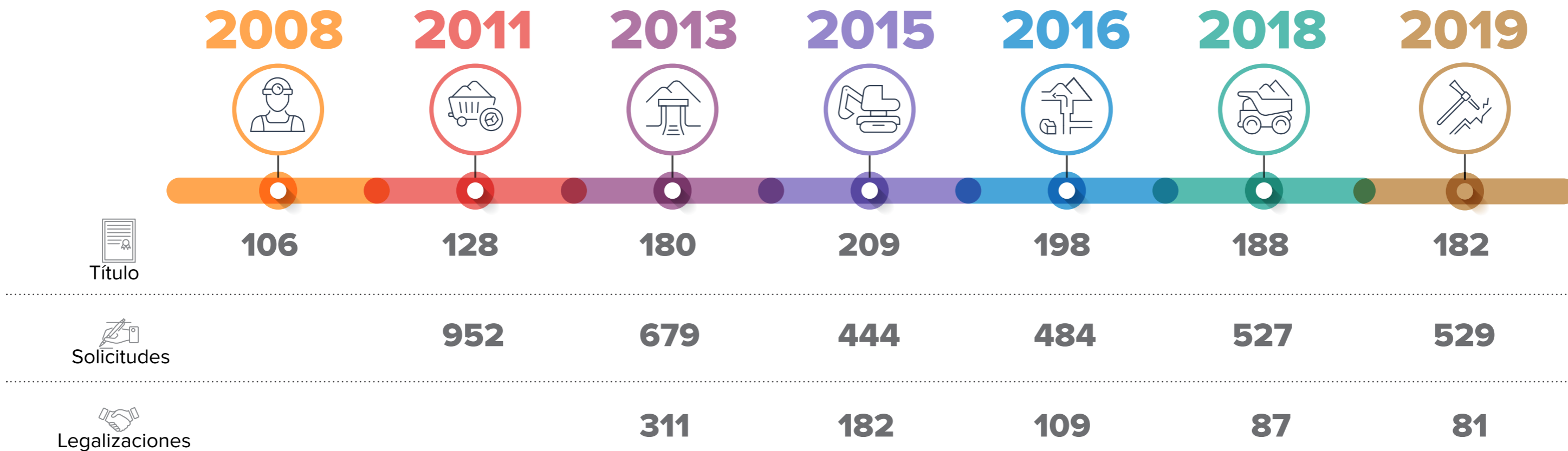
Por esto se requiere un buen esquema de gobernanza a partir de principios de participación y redistribución. Estos son importantes en el sector minero energético de manera particular, ya que no tiene ningún sentido desarrollar actividades que van en contra de las decisiones de una población, porque no sirven para distribuir riqueza y cerrar las brechas urbano-rurales y de desigualdad.

La actividad minera que se lleva a cabo –casi toda de carácter informal y otra ilegal– reconfigura de nuevo la región amazónica colombiana, como antes lo hizo la colonización campesina, la extracción maderera, la praderización y la ganadería, el cultivo ilícito de la marihuana y la coca, y la urbanización. De otra parte, la revisión de los datos sobre títulos y solicitudes de los recursos mineros, entre 2008 y 2018 son la base de los análisis elaborados para presentar la visión “legal” de la actividad, tal como se está adelantando en la actualidad.



Figura 7.12.

Títulos mineros, solicitudes mineras y solicitudes de legalización minera en la región Amazónica colombiana, 2008-2018



Fuente: Sinchi, 2019.

Considerando el marco legal de la actividad minera en Colombia, se excluye de manera absoluta algunos ecosistemas estratégicos y área protegidas. Sumado a esto, la Constitución del 1991 reconoció a Colombia como nación pluriétnica y multicultural y consagró una serie de derechos territoriales y de autogobierno en cabeza de las comunidades étnicas. El derecho al territorio está íntimamente asociado a los derechos a la autonomía, al desarrollo propio y a las tierras y recursos, todos ellos reconocidos en instrumentos inter-

nacionales. Otro derecho de las comunidades étnicas es la consulta previa y consentimiento previo libre e informado.

Un denominador común en las zonas analizadas por el estudio es el origen externo de la actividad a las comunidades amazónicas, exceptuando el caso del alto Caquetá (departamentos de Putumayo y Caquetá) en donde se conoce la existencia de minería artesanal e informal desde el siglo XVI.



La afectación al ecosistema acuático repercute en las playas, islas y riberas de los ríos, no solo se transforma visualmente el paisaje sino su funcionamiento

Durante el trabajo de campo quedó claro que, aunque algunas comunidades locales tuvieron expectativas negativas y se opusieron a la minería ilegal desde un principio, en otros casos, las expectativas de varias comunidades indígenas y mestizas fueron de aceptación y esperanza de beneficios económicos. Sin embargo, con el tiempo las expectativas y las evaluaciones comunitarias se mostraron adversas y los impactos negativos fueron más evidentes en la mentalidad de estos grupos humanos.

Se da cuenta de los impactos que la explotación ilegal de la minería del oro tiene sobre la salud, la cultura, la organización social, la economía, el entorno, las mujeres y los grupos vulnerables en comunidades de mestizos e indígenas.

El impacto sobre la salud de los pobladores —originados por el uso de mercurio durante la amalgamación del oro, la contaminación de ecosistemas y la exposición de la población— deviene de la íntima conexión entre las aguas y el bosque a través del sistema agrícola de la chagra. La contaminación y actividad minera desordena el mundo acuático, fuente vital que provee también la proteína básica en la dieta alimentaria de los habitantes amazónicos. Surgen nuevas enfermedades que los chamanes desconocen y no saben cómo curarlas y la contaminación de las fuentes de alimento pone en riesgo la pervivencia de las comunidades y su cultura.

Los impactos culturales y socioeconómicos se relacionan con la expectativa de mejores ingresos, el aprendizaje de nuevos oficios y el abandono de las actividades

tradicionales como la siembra de sus chagras, la pesca y la caza. La llegada de extranjeros y de colombianos del interior confrontó a las comunidades indígenas con sus autoridades tradicionales. Aunque realizaron acuerdos que fueron incumplidos por parte de los foráneos, la situación se descontroló pues empezó a llegar gente de otros lugares a trabajar a expensas de las comunidades locales.

Los impactos sobre el entorno son de diferente índole, la pesca ha disminuido debido a la sobreexplotación y a la contaminación, la disponibilidad y sabor de los peces ha cambiado. La afectación al ecosistema acuático repercute en las playas, islas y riberas de los ríos, no solo se transforma visualmente el paisaje, sino su funcionamiento, la tortuga Charapa por ejemplo, ha sido sobreexplotada y se han destruido sus lugares de desove. La demanda por carne para los nuevos trabajadores alteró también la cacería, que antes era guiada por principios culturales ecológicos y de uso y manejo tradicional del territorio, ya no se respetan las épocas permitidas ni las cantidades autorizadas.

Los cambios económicos y sociales asociados a la minería del oro en la Amazonia impactan a las mujeres indígenas de forma diferencial y desproporcionada. La irrupción de actores como miembros de grupos armados, mineros y comerciantes procedentes de otras regiones del país está redefiniendo el rol de las mujeres en las comunidades amazónicas. El conocimiento que ellas tienen sobre el uso de la agrobiodiversidad y la seguridad alimentaria está asociado al establecimiento y mantenimiento del sistema agroecológico de la

chagra, estas prácticas y saberes son vulnerados por la actividad minera en su mayoría.

En consecuencia, las mujeres indígenas empiezan a ejercer la prostitución y se reportan casos de violencia sexual y maltrato físico, se presentan casos de enfermedades de transmisión sexual y divorcios. Las mujeres se emplean como cocineras en las balsas, tienen expectativa de establecer hogar con un minero; sin embargo, corren el riesgo de convertirse en madres solteras porque generalmente estos hombres migran.

La minería ilegal es considerada el nuevo combustible del conflicto armado porque los precios internacionales han subido, además se presta fácilmente para el lavado de dinero.



Los impactos sobre el entorno son de diferente índole, la pesca ha disminuido debido a la sobreexplotación y a la contaminación, la disponibilidad y sabor de los peces ha cambiado.

Es necesario apoyar reflexiones pertinentes sobre el tema y que ayuden a responder diversas inquietudes. La actividad minera por sí misma implica grandes retos sociales y ambientales y en áreas de altísima vulnerabilidad ambiental como la Amazonia colombiana no deja de ser inquietante y de generar grandes interrogantes: alrededor de este tema.

Vivimos en un mundo donde se es cada vez más consciente de que la supervivencia y bienestar de-

pende del otro, esto es, las acciones colectivas marcan el futuro del planeta y la supervivencia de los humanos. Por ello las soluciones a los problemas comunes pasan por acciones coordinadas más allá de los límites de los Estados-Nación. Por primera vez en la historia humana nuestra supervivencia es un tema colectivo a escala mundial. La Amazonia cobra un papel aún más relevante en este contexto.

La Amazonia ayuda a regular el ciclo de carbono definiendo en gran medida el clima global. No obstante, el ecosistema amazónico luego del ártico es el más vulnerable del planeta, debido a los riesgos de deforestación y desertificación. Los servicios ecosistémicos de regulación que presta la Amazonia contribuyen a la solución frente al cambio climático.



Para mayor información consulte los siguientes enlaces:

Minería: Impactos sociales en la Amazonia en
<https://sinchi.org.co/mineria-impactos-sociales-en-la-amazonia>

Cartografía sobre minería en
<https://www.sinchi.org.co/inirida/mapas>

Base de Datos sobre Aspectos Sociales Inírida:
<https://www.sinchi.org.co/inirida>

REGISTRO ÚNICO AMBIENTAL PARA EL SECTOR MANUFACTURERO DE COLOMBIA⁵

De la Encuesta Anual Manufacturera de 2018⁶ se obtienen 7.911 establecimientos industriales con información, registraron una producción bruta de \$260,3 billones de pesos, un consumo intermedio de \$165,9 billones y un valor agregado de \$94,4 billones de pesos [19].

El Registro Único Ambiental (RUA) es el instrumento de captura para el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR), de acuerdo con la Resolución 0941 de 2009⁷.

⁵ Preparado por: Ideam – Ana María Bernal.

⁶ Fuente: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>

⁷ El proceso de recolección y captura de la información del RUA Manufacturero se fundamenta en la Resolución 1023 de 2010. El establecimiento, previa verificación para aplicación al RUA Manufacturero, solicita a la Autoridad Ambiental de su jurisdicción la inscripción a este registro; posteriormente, el establecimiento reporta su información ingresando a la plataforma, de acuerdo con los plazos establecidos en la resolución anteriormente mencionada para luego, las Autoridades Ambientales (AA), realicen la revisión y validación de esta información y la transmiten al Ideam. Por último, el Ideam da inicio al proceso de

Igualmente, el RUA Manufacturero, adoptado mediante Resolución 1023 de 2010⁸, es diligenciado por establecimientos cuya actividad productiva se encuentre contemplada en la sección C, divisiones 10 a 33 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU Rev. 4.0 A.C.), y que, de acuerdo con la normatividad vigente, requieran licencia ambiental, permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales, así como registros de carácter ambiental.

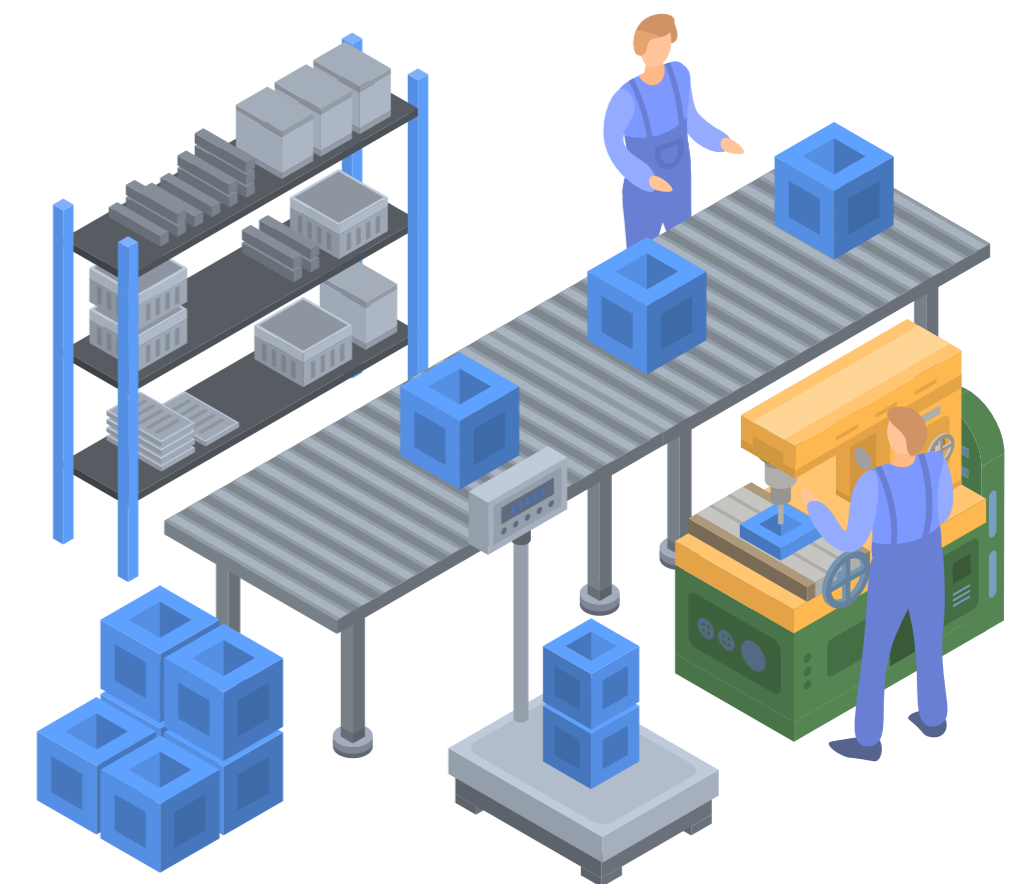
Este subsistema o aplicativo se fundamenta en el balance de materia y de energía de una unidad productiva o establecimiento, enmarcado en un período de tiempo y un espacio georreferenciado respecto a unas entradas (agua, energía, recursos naturales, materias primas e insumos) y sus correspondientes salidas (vertimientos, emisiones a la atmósfera, residuos, productos y servicios).

A continuación, se presenta una recopilación de información declarada en el periodo de balance PB⁹ 2017 por 2.836 establecimientos, y en el PB 2018 por 3.021, enfocada en el contexto nacional.

revisión, procesamiento y análisis de la información transmitida por las AA, para finalmente poner a disposición de entes gubernamentales, sector productivo y público en general, la consolidación y análisis de la información.

⁸ Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento del Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR) para el sector manufacturero y se dictan otras disposiciones.

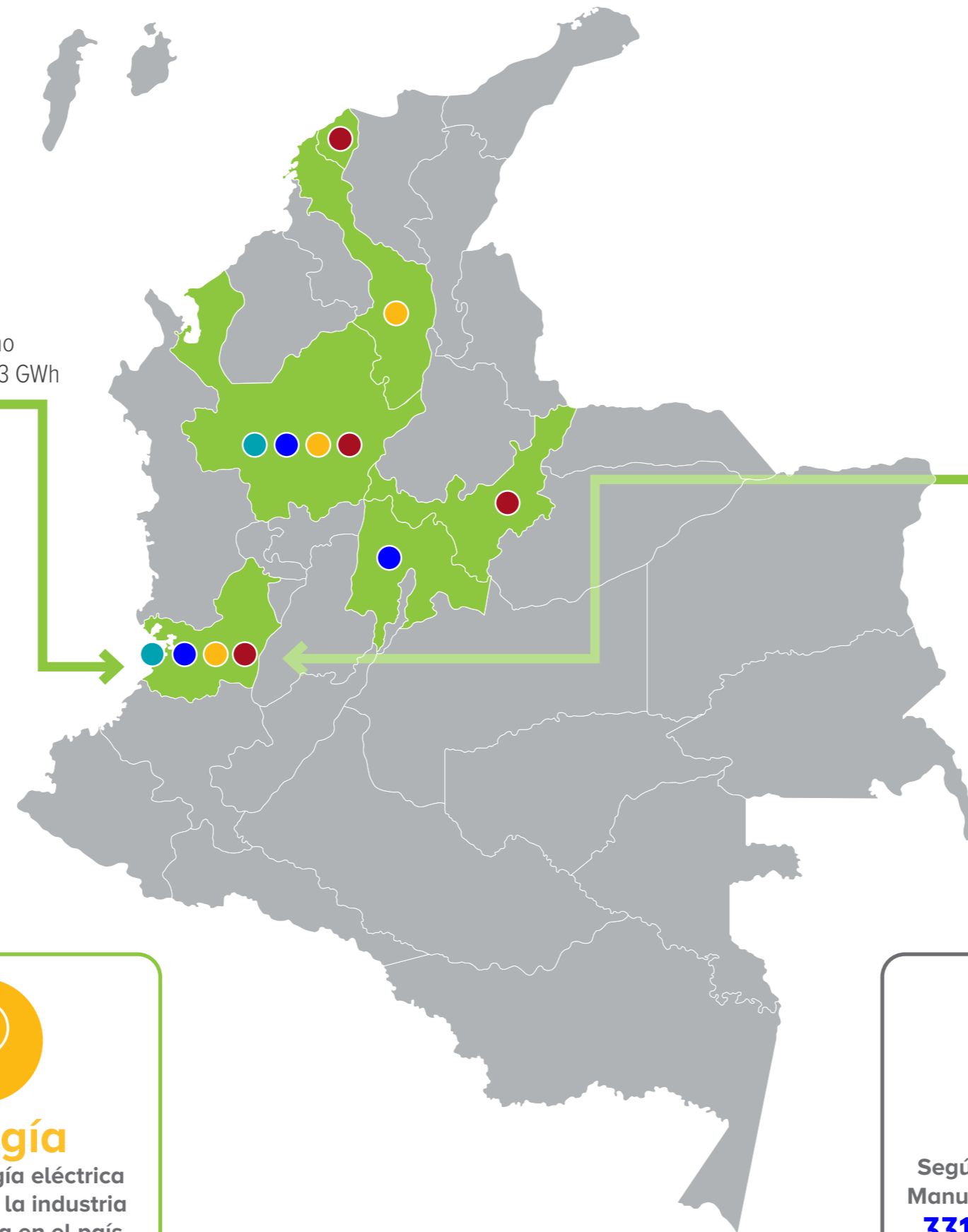
⁹ Un periodo de balance-PB, comprende un año calendario entre el 1º de enero al 31 de diciembre. Parágrafo primero, artículo sexto Resolución 1023 de 2010.



El RUA Manufacturero tiene como objetivo obtener información estandarizada sobre el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables por actividades de la industria manufacturera.

Demanda 2017

- 1 Valle del Cauca**
 - Con mayor consumo y con un volumen de 118.9 millones de m³
 - Los reportes más altos en consumo de este recurso fueron de 2.497,23 GWh
- 2 Antioquia**
 - Con un consumo de 55.6 millones de m³
 - Con un consumo de 1.766,23 GWh
- 3 Bolívar**
 - Con un consumo de 1.696,39 GWh



2018

- 1 Valle del Cauca**
 - La mayor cantidad de agua consumida con un promedio del 36,4% (igual a 120.7 millones de m³) con respecto al total nacional
 - La mayor demanda de energía se presentó con el 16,0% del consumo total nacional
- 2 Antioquia**
 - Consumo de agua del 20,1% (66.6 millones de m³)
 - Consumo de energía eléctrica de 12,6%.
- 3 Cundinamarca**
 - Con un promedio de consumo de 9,2%, equivalente a 30.6 millones de m³
- 4 Atlántico**
 - Consumo de energía eléctrica de 11,8%.
- 5 Boyacá**
 - Consumo de energía eléctrica de 11,0%.

Agua
Total de agua consumida en el país
370,7 millones m³

Energía
Total de energía eléctrica consumida de la industria manufacturera en el país
12.892,77 GWh (gigavatios hora)

Agua
Según reportes en el RUA Manufactureo, se consumió
331,33 millones m³
en los procesos industriales en Colombia

Energía
Total de energía eléctrica consumida de la industria manufacturera en el país
15.208,78 GWh (gigavatios hora)

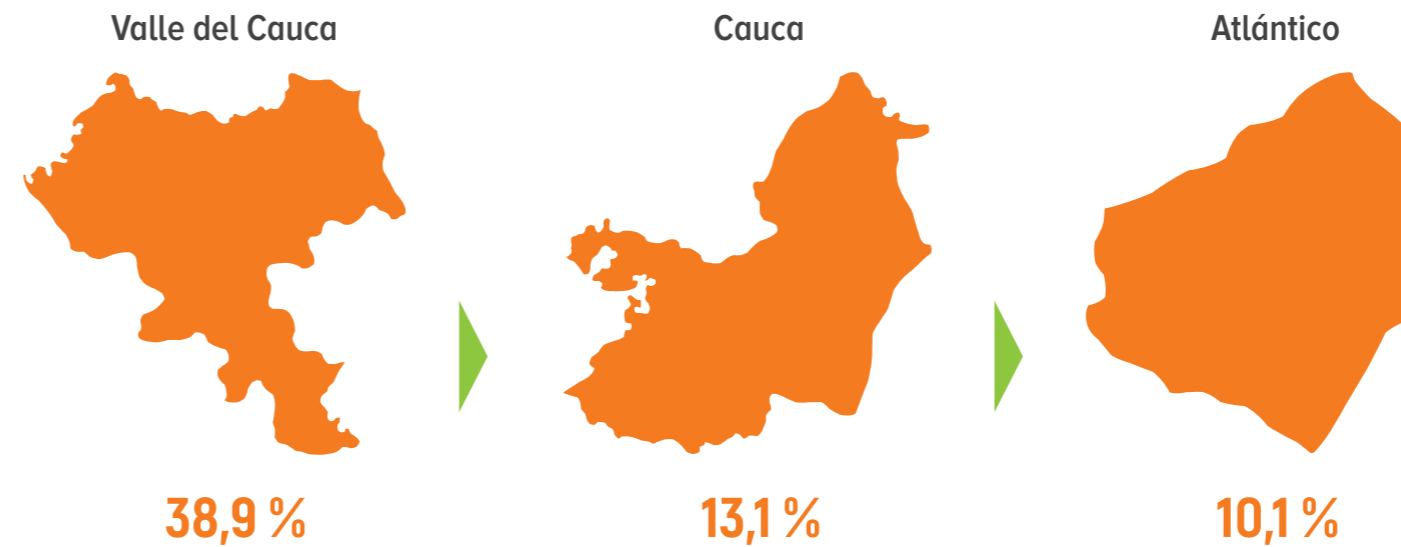
Presión 2017



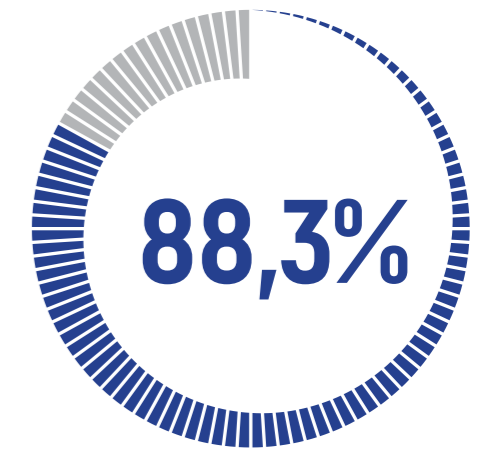
Agua vertida

El total de agua vertida según la captura de información por los establecimientos objeto de reporte, correspondió a **148.6 millones de m³**

Los departamentos que reportan los mayores volúmenes de agua vertida



% del volumen total vertido a nivel nacional



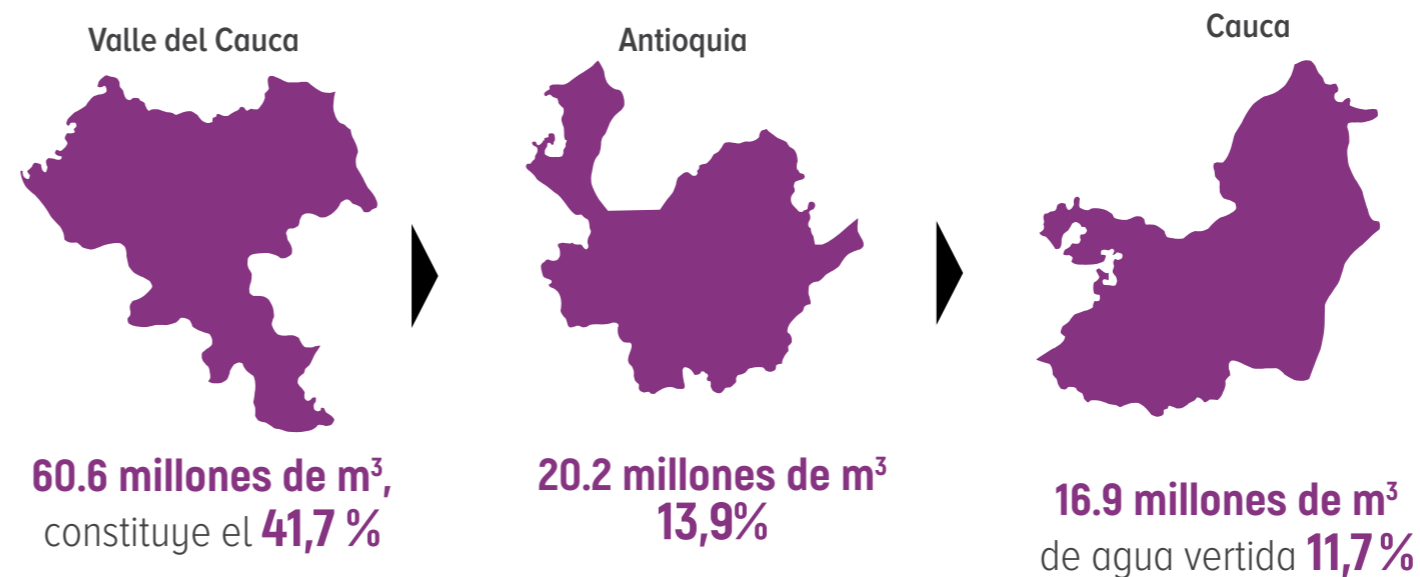
Relación de agua tratada y vertida

2018



El volumen de vertimientos generados por la industria manufacturera se reportó **145.24 millones de m³**

Los departamentos que reportan los mayores volúmenes de agua vertida



% del volumen total vertido a nivel nacional



Relación de agua tratada y vertida

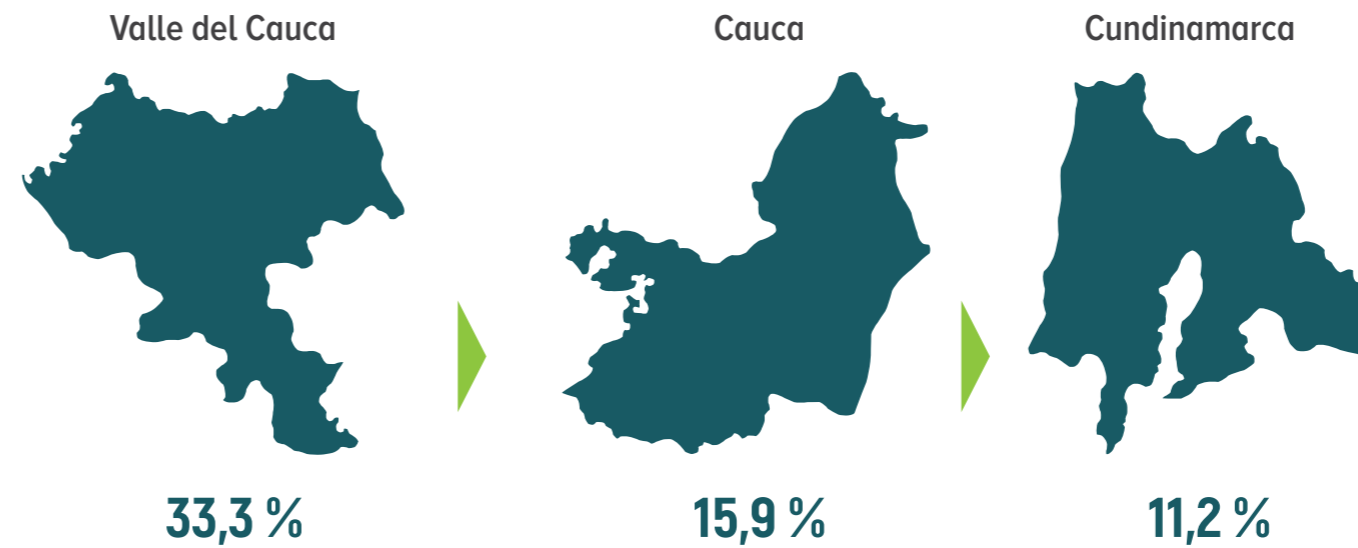
Presión 2017



Residuos no peligrosos

Con un total de
3.325.428,3 toneladas
Generadas a nivel nacional

Los departamentos que generaron mayores reportes



Orgánicos de origen vegetal y animal

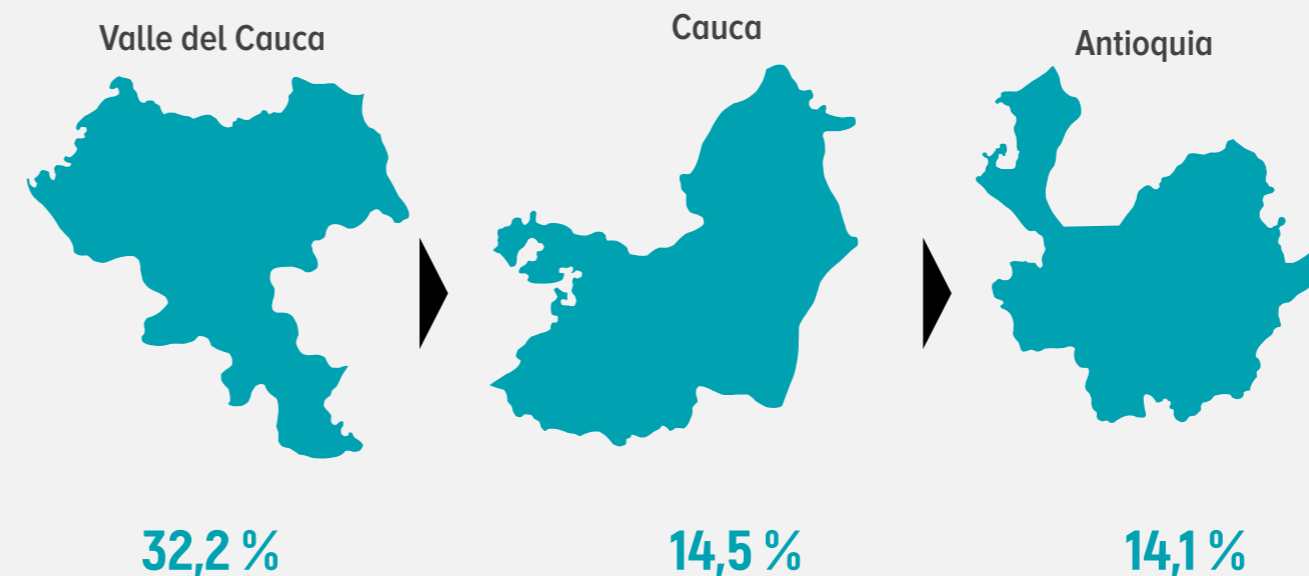
Total de residuos generados en el país

2018



La industria manufacturera generó
2.648.829,3 toneladas
de residuos no peligrosos a nivel nacional

Los departamentos que generaron mayores reportes



Orgánicos de origen vegetal y animal



Lodos de tratamiento de aguas residuales industriales

41,1 %

15,5 %

los demás residuos o desechos no clasificados previamente, excluidos los de la lista Respel, presentan el 11,9% respecto a la cantidad generada a nivel nacional.

Bogotá D. C. que tiene el mayor número de establecimientos reportan al RUA Manufacturero, se encuentra en el quinto lugar con una generación del 5,8%.

Presión 2017



Emisiones atmosféricas

Esta información hace referencia al reporte de cada establecimiento con respecto a las fuentes fijas que generan emisiones a la atmósfera, que para el PB 2017 fueron elegidos tres contaminantes por sus efectos sobre la salud y el ambiente.

Contaminantes y sus cargas totales para el país fueron:

- 1 Óxidos de nitrógeno (NOx) 55.608,9 toneladas
- 2 Dióxido de azufre (SO2) 77.695,5
- 3 Partículas Suspendidas Totales (PST) 175.279,5



Presentó el mayor porcentaje en emisiones de contaminantes al aire; este departamento emitió cargas de

SO2	42,2 %
PST	79,0 %
NOx	56,3 %

Respecto a los totales nacionales.

2018



Respecto a los datos reportados en 2018 a nivel nacional por la industria manufacturera.

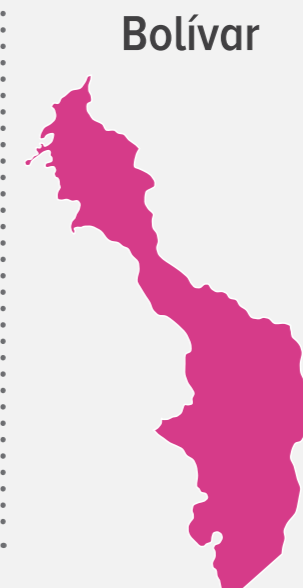
Las cargas emitidas son:

- 1 Dióxido de azufre (SO2) 28.563,9 toneladas
- 2 Óxidos de nitrógeno (NOx) 32.093,3
- 3 Partículas Suspendidas Totales (PST) 16.469,9



El mayor aportante de

SO2	30,9%
NOx	30,1%



Este departamento lidera la generación de emisiones de PST, con un aporte del 22,1% en comparación con el total nacional.

RESIDUOS PELIGROSOS EN EL PERIODO 2014-2018¹⁰

Antes del año 2017, para el cálculo de la generación de residuos peligrosos en el país no se tenía en cuenta la cifra de aquellos residuos peligrosos manejados mediante tratamiento interno, es decir aquellos que son tratados dentro de establecimiento; sin embargo, al tener en consideración la cantidad significativa de estos especialmente provenientes del sector de hidrocarburos, ahora se tienen en cuenta para el cálculo de la generación de Respel nacional. Por lo anterior, se presentan las cifras de generación de residuos peligrosos en Colombia considerando su cálculo “sin” y “con” tratamiento interno.

¹⁰ Preparado por: Ideam – Adriana Zapata.

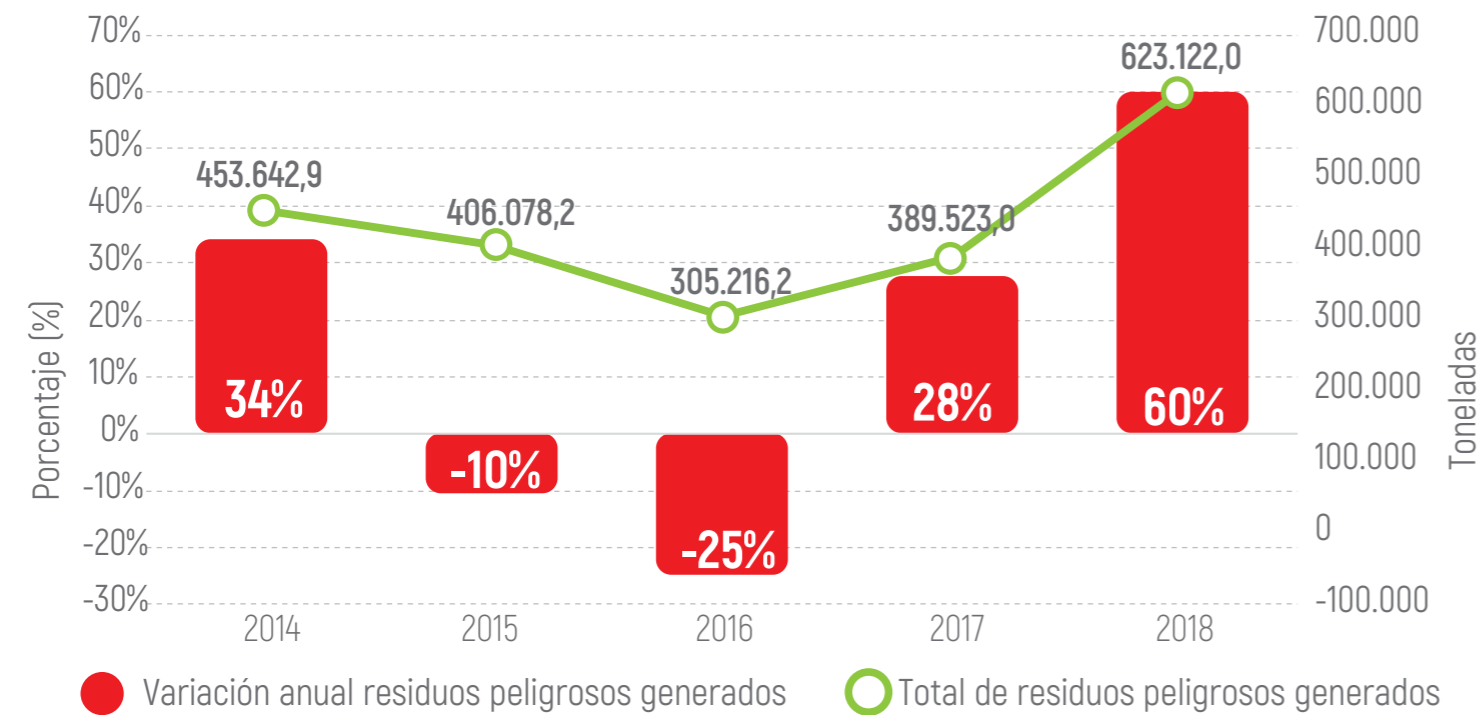
Los residuos peligrosos son desechos que por sus características pueden causar efectos negativos a las poblaciones y el ambiente. En Colombia estos residuos son reportados por los establecimientos generadores a través del Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (Respel) administrado por el Ideam; estos datos son también evaluados por las autoridades ambientales.

Durante los últimos cuatro años la generación de estos residuos y su tratamiento aumentaron, mientras que las cifras del aprovechamiento disminuyeron.





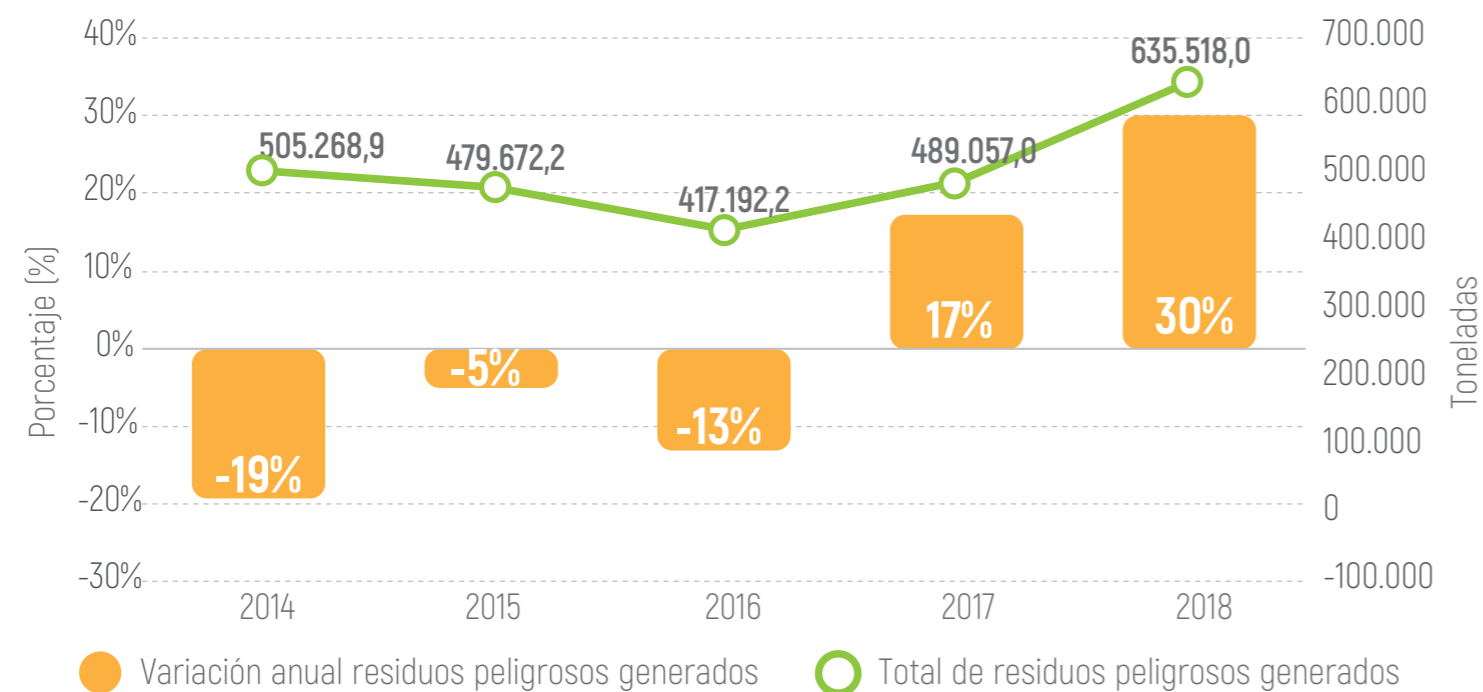
Figura 7.13.
Variación anual de la cantidad total de residuos o desechos peligrosos generados SIN tratamiento interno



Fuente: Ideam, 2019.



Figura 7.14.
Variación anual de la cantidad total de residuos o desechos peligrosos generados CON tratamiento interno

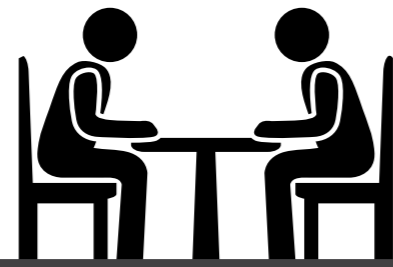


Fuente: Ideam, 2019.

Se observa cómo la tendencia no se modifica con incluir o no las cifras de gestión por tratamiento interno, pero sí diferencia su crecimiento y decrecimiento anual, haciéndose más visible su variación año por año.

En la cadena de gestión de Respel, algunas cantidades de estos residuos son almacenados temporalmente. En algunos casos el aprovechamiento, tratamiento y disposición se realiza posterior al año de generación.





2016

Los establecimientos industriales en Colombia invirtieron alrededor de 9.200 millones de pesos en la gestión de residuos, que representan en 3.9% de la inversión total en conservación y protección del ambiente.

Fuente: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/EAI/2016/pre_EAI_2016provisional.pdf

**2014
2018**

La tasa promedio de aprovechamiento de Respel en los 5 años fue del 27%, tendiendo hacia la disminución.

La proporción de los residuos peligrosos sometidos a tratamiento y disposición final fue de 43 y 28% respectivamente

Las actividades económicas que reportan mayor generación de Respel son extracción de hidrocarburos, actividades del sector salud y las industrias básicas del hierro y el acero.

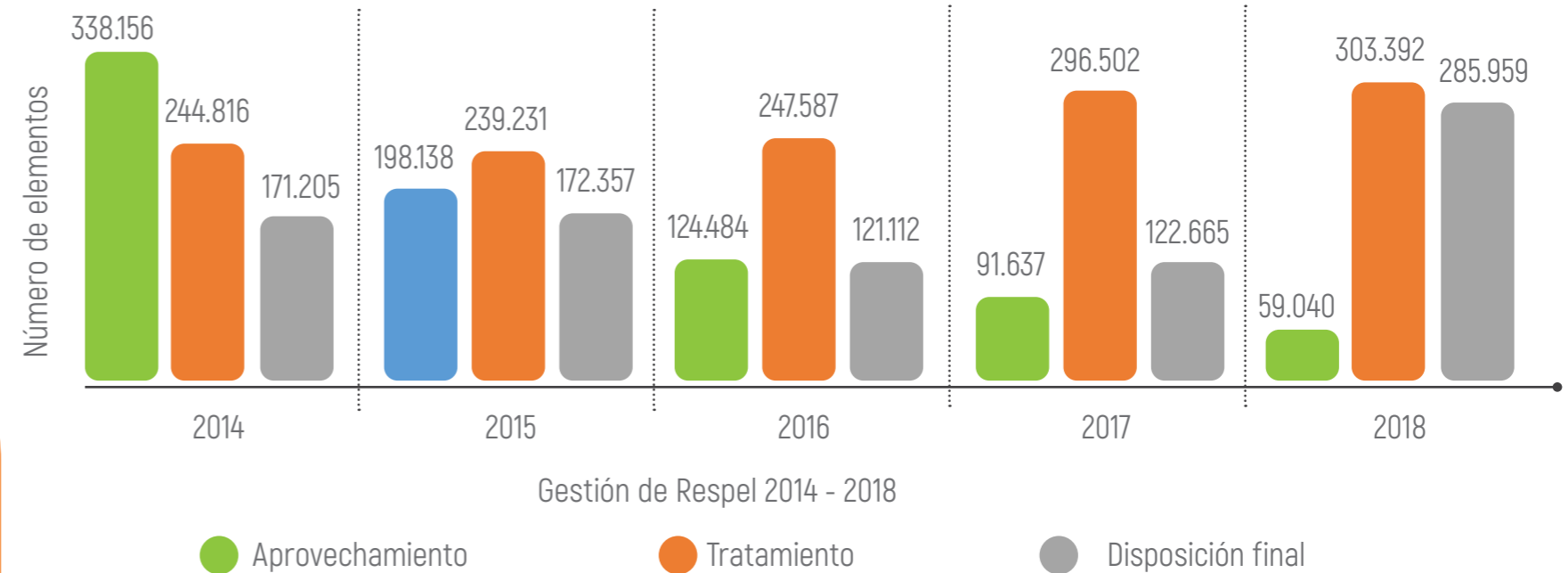
En estos sectores se generan residuos como lodos y emulsiones aceitosos con presencia de hidrocarburos, aceites lubricantes y filtros y residuos biosanitarios

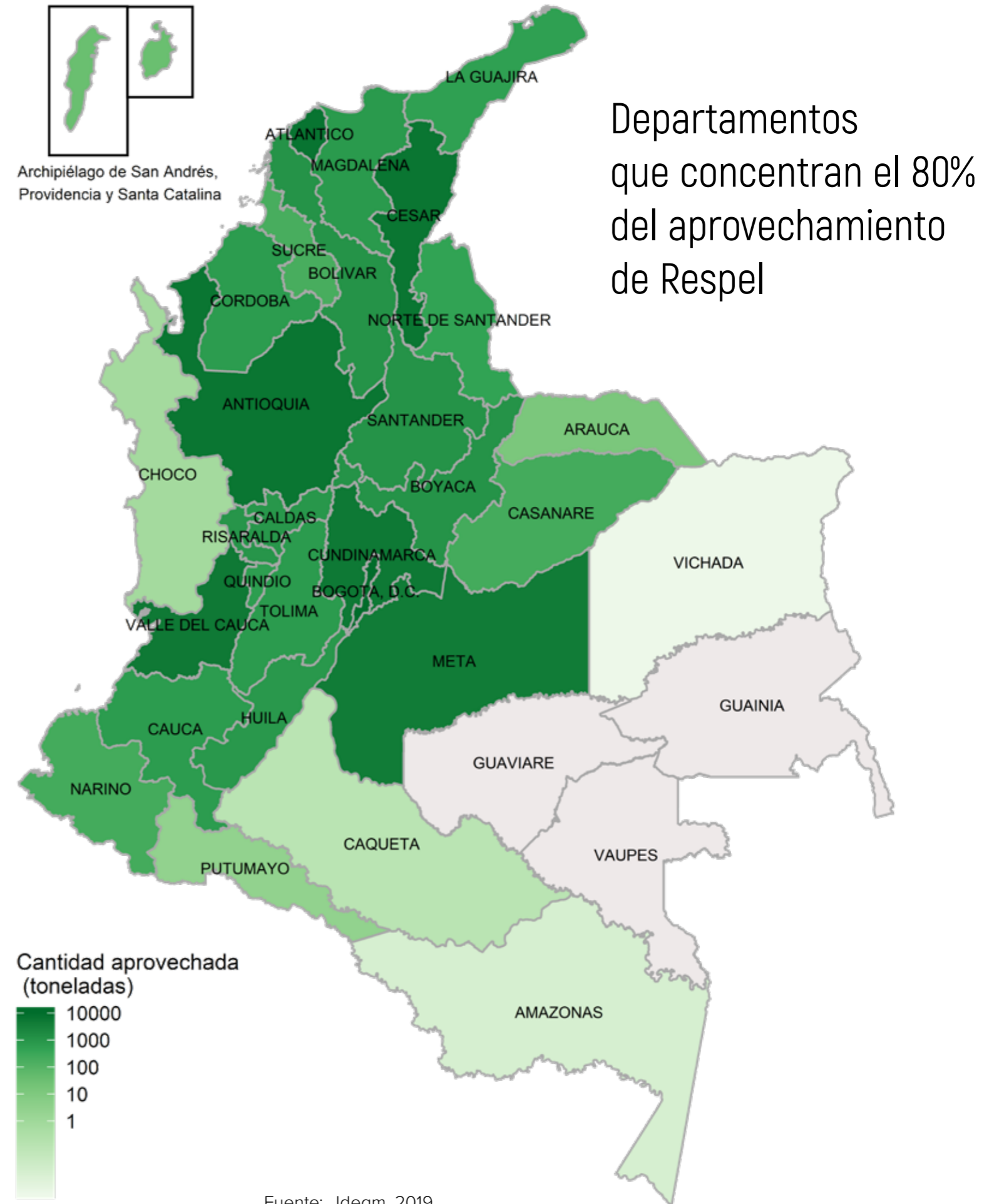
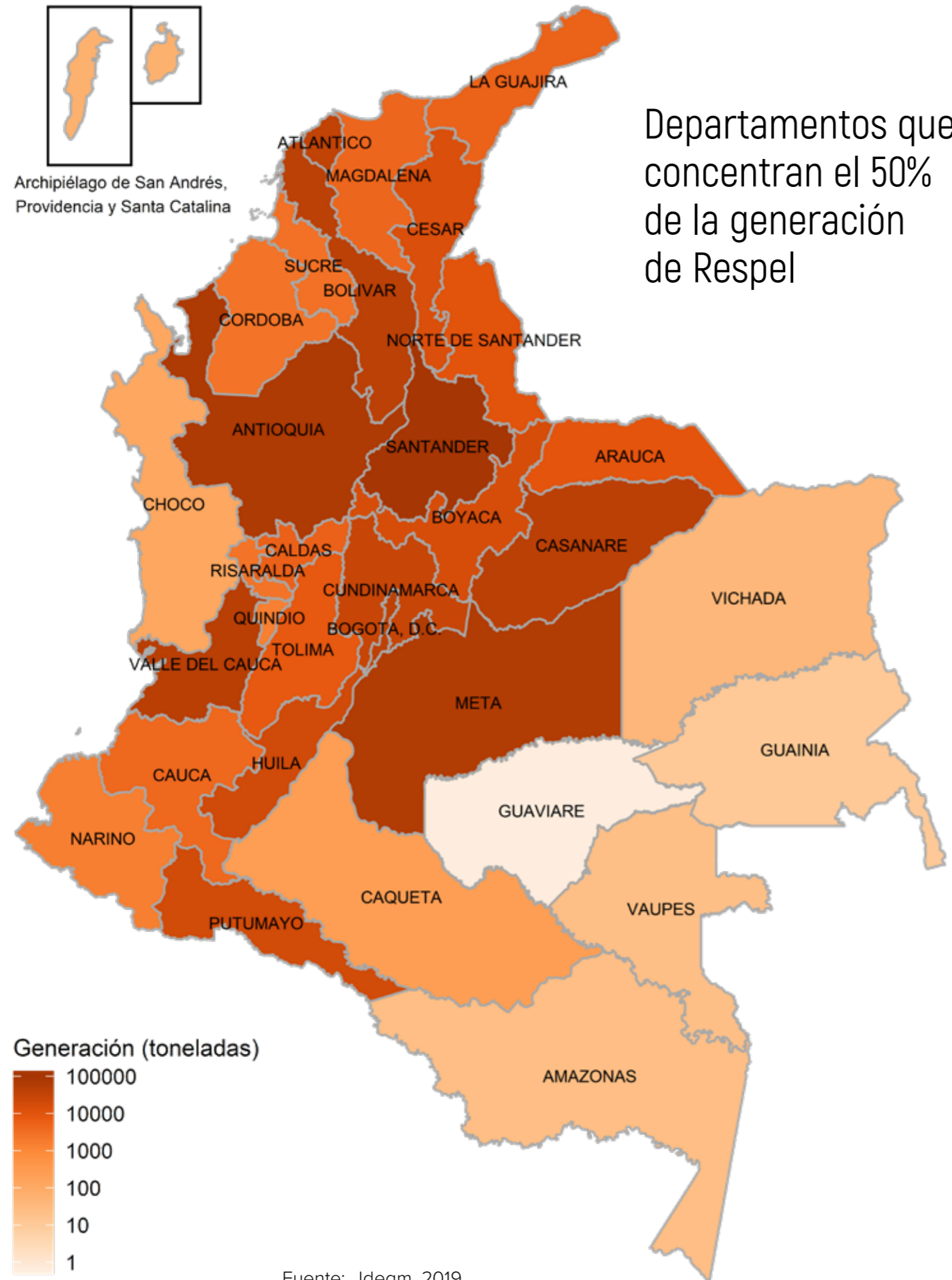
Fuente: Ideam, 2019.

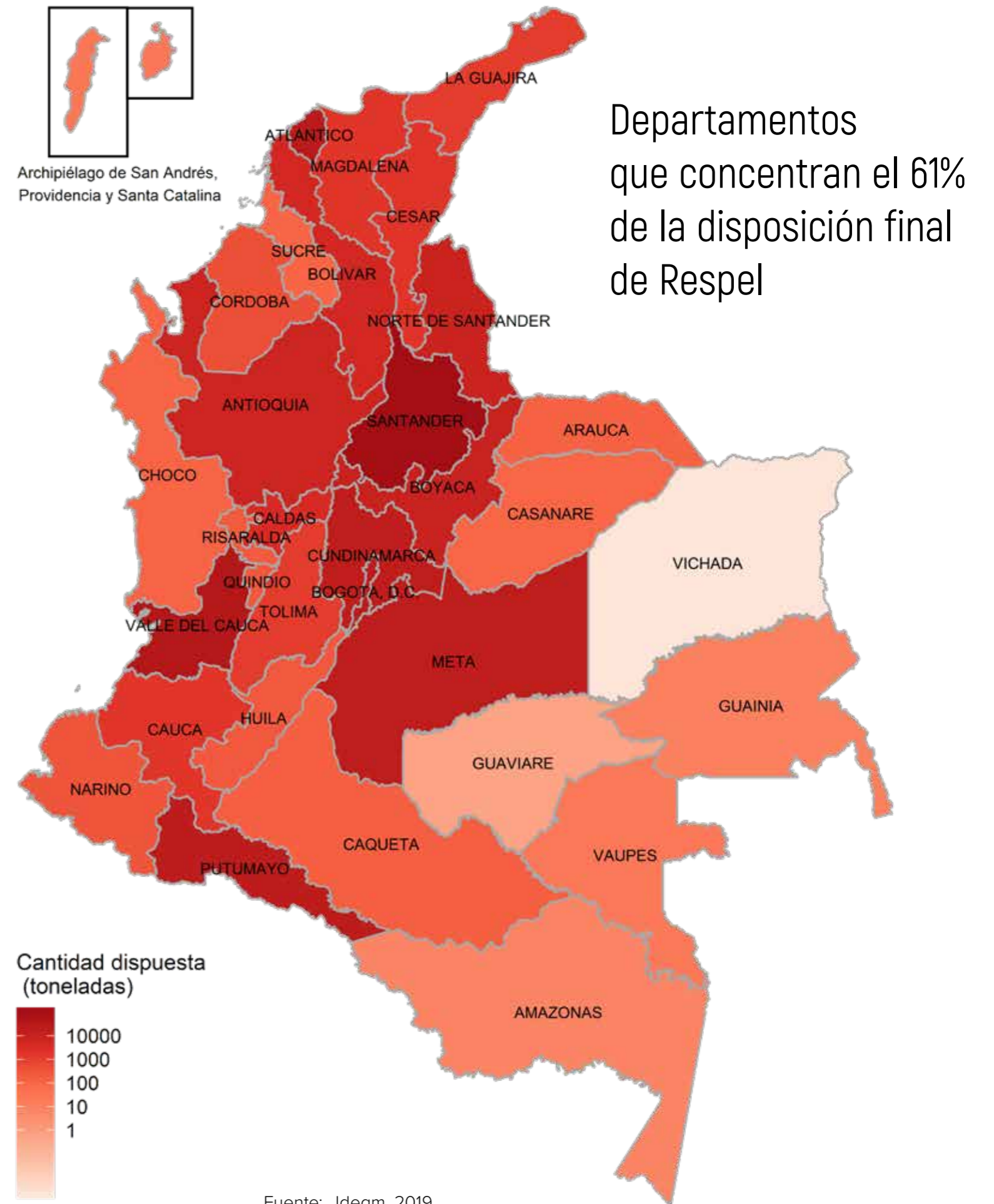
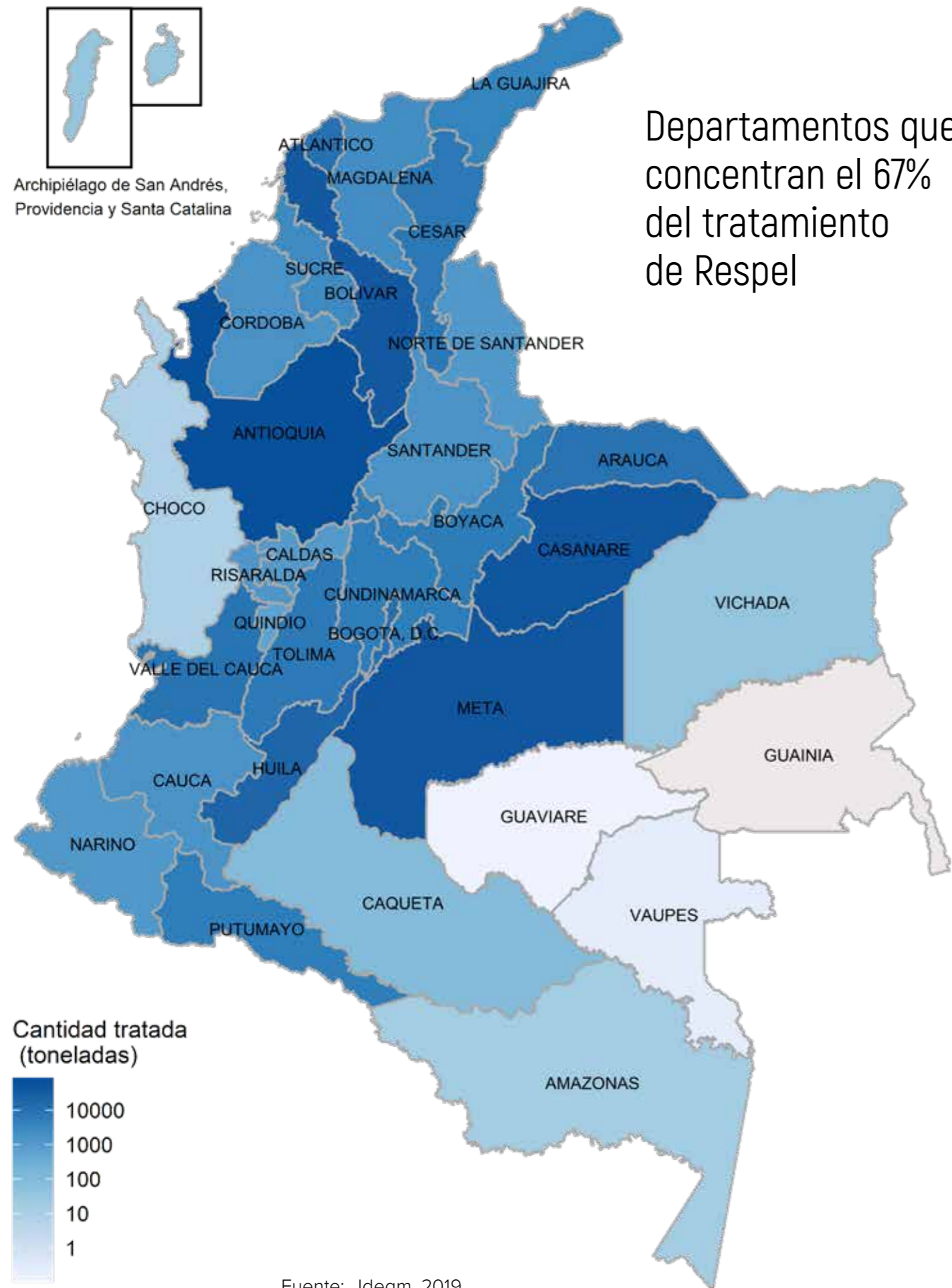


Figura 7.15.

Gestión de residuos peligrosos para el periodo 2014-2018. Ideam, 2019.







SEGUIMIENTO A LAS EXISTENCIAS DE EQUIPOS CON PCB PERIODO 2013-2018¹¹



79%

Aumentó la cantidad de equipos reportados en el grupo 4 (libres de PCB) del Inventario Nacional de PCB durante el periodo 2013-2018

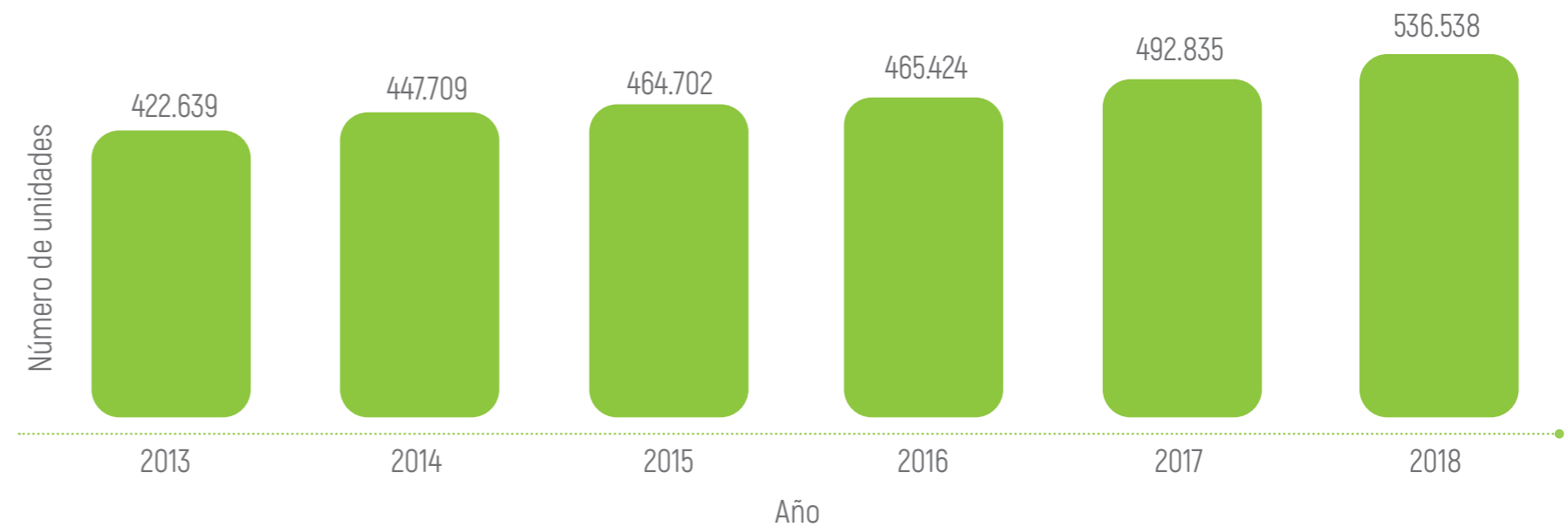
La cantidad de equipos libres de PCB en Colombia tiene tendencia al aumento. De acuerdo con los datos procesados en la Subdirección de Estudios Ambientales del Ideam, se observa que los equipos sospechosos van disminuyendo y la cantidad de confirmados en el grupo 4 del Inventario Nacional de PCB es superior a los 251.379¹².

¹¹ Preparado por Ideam. Julián Páez - Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo (GSSD).

¹² Ideam, Informe Nacional Para el Seguimiento a las Existencias y Gestión de Equipos con PCB en Colombia, 2018. Bogotá, D.C., 2019.



Figura 7.16.
Inventario de PCB- Número total de elementos



Fuente: Ideam, 2019.

Conforme el procesamiento de la información, en la Figura 7.16 Inventario de PCB – Número total de elementos, se puede observar la evolución de los reportes por parte de los usuarios propietarios de equipos, durante el periodo comprendido entre los años 2013 a 2018.

Es importante tener en cuenta que los informes elaborados por el Ideam, se hacen con la información reportada por los propietarios al Inventario Nacional de PCB en el año inmediatamente anterior, a más tardar el 30 de junio de cada año y posterior validación por las autoridades ambientales antes del 30 de septiembre

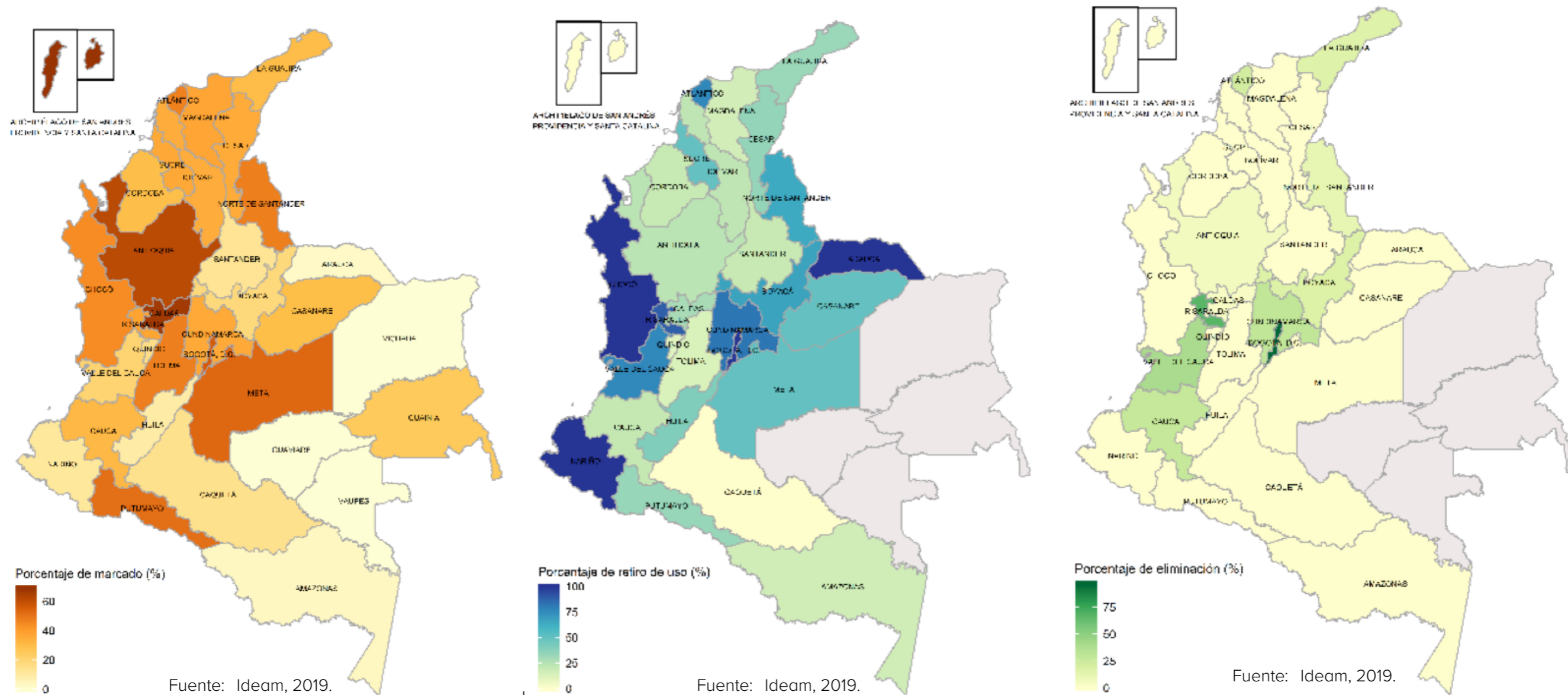
de la misma vigencia. Así mismo cabe resaltar que las autoridades ambientales tienen un largo camino por recorrer para continuar identificando propietarios de equipos y promover el reporte de información al Inventario Nacional.

Dicho esto, en el marco del Convenio de Estocolmo el país planteó metas relacionadas con el mercado, retiro de uso y eliminación controlada de equipos o desechos contaminados con PCB, a las cuales se les realiza seguimiento a nivel departamental tal como se observa en los mapas a continuación.



Figura 7.17.

Inventario de PCB – Avance cumplimiento de metas de marcado, retiro de uso y eliminación.



Fuente: Ideam, 2019.

Fuente: Ideam, 2019.

Fuente: Ideam, 2019.

En 2018 se han reportado en el país 536.538 equipos o desechos, de los cuales se realizó el marcado al 42,25%. Esta meta permite establecer el avance en el cumplimiento de los compromisos definidos en el Convenio de Estocolmo, el cual consiste en el marcado del 60% del total del inventario de 2020.

En relación con la meta de retiro de uso de equipos contaminados, se reportaron 2.228 elementos en los grupos 1, 2 y 3 (concentraciones superiores a 50 ppm), de los cuales, se retiraron de uso 1.316 unidades, lo que corresponde al 59,1% con respecto a los equipos reportados a nivel nacional.

La meta de eliminación de equipos o desechos contaminados con PCB, se identificaron 2.095.160 kg, de los que se han eliminado 469.553 kg. Sin embargo, el país se encuentra adelantando acciones que permitan robustecer el reporte en el Inventario Nacional de PCB, ya que de acuerdo con la información suministrada por los gestores de PCB al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el país había eliminado al año 2018 alrededor de 1.340 toneladas. De acuerdo a esto, se deben aunar esfuerzos, entre Minambiente, Ideam, autoridades ambientales y los propietarios de los equipos, para incentivar y facilitar la eliminación controlada de PCB, así como mejorar el reporte de información correspondiente.

Densidad de equipos en Colombia

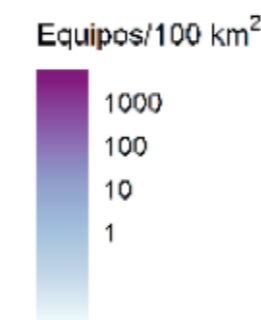
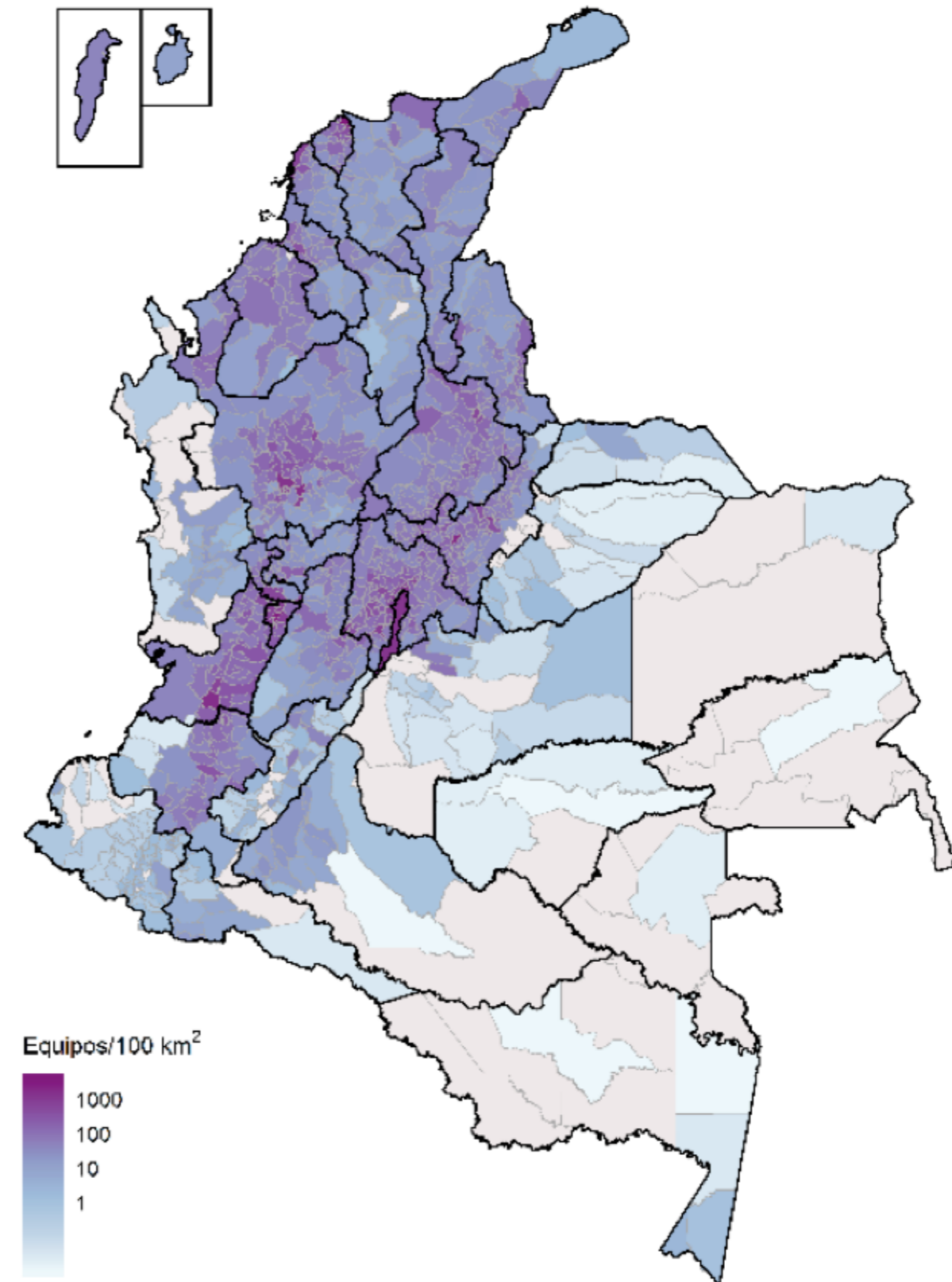
De acuerdo con la metodología de cálculo para la generación de mapas de equipos, se cuenta con dos indicadores: densidad de equipos por área y por población cuyos resultados se describen a continuación¹³.

Atendiendo la información recopilada, se dan a conocer las cantidades de equipos que se encuentran registrados en el Inventario Nacional de PCB de los grupos 1, 2 y 3, en estado de uso, desuso y desechados, que incluyen equipos confirmados y sospechosos. Los datos anteriores se analizaron para un radio de 100 km², teniendo en cuenta que es una medida estándar para grandes extensiones y que muestra igualmente cifras en una extensión de área representativa, esto deja identificar las zonas de acumulación a nivel departamental o municipal, de las cuales son relevantes los centros urbanos Bogotá, Medellín, Cartagena y Cali.



Figura 7.18.

Inventario de PCB – Relación número de habitantes vs. Cantidad de equipos en estado de uso, desuso y desechados, que incluyen equipos confirmados y sospechosos.



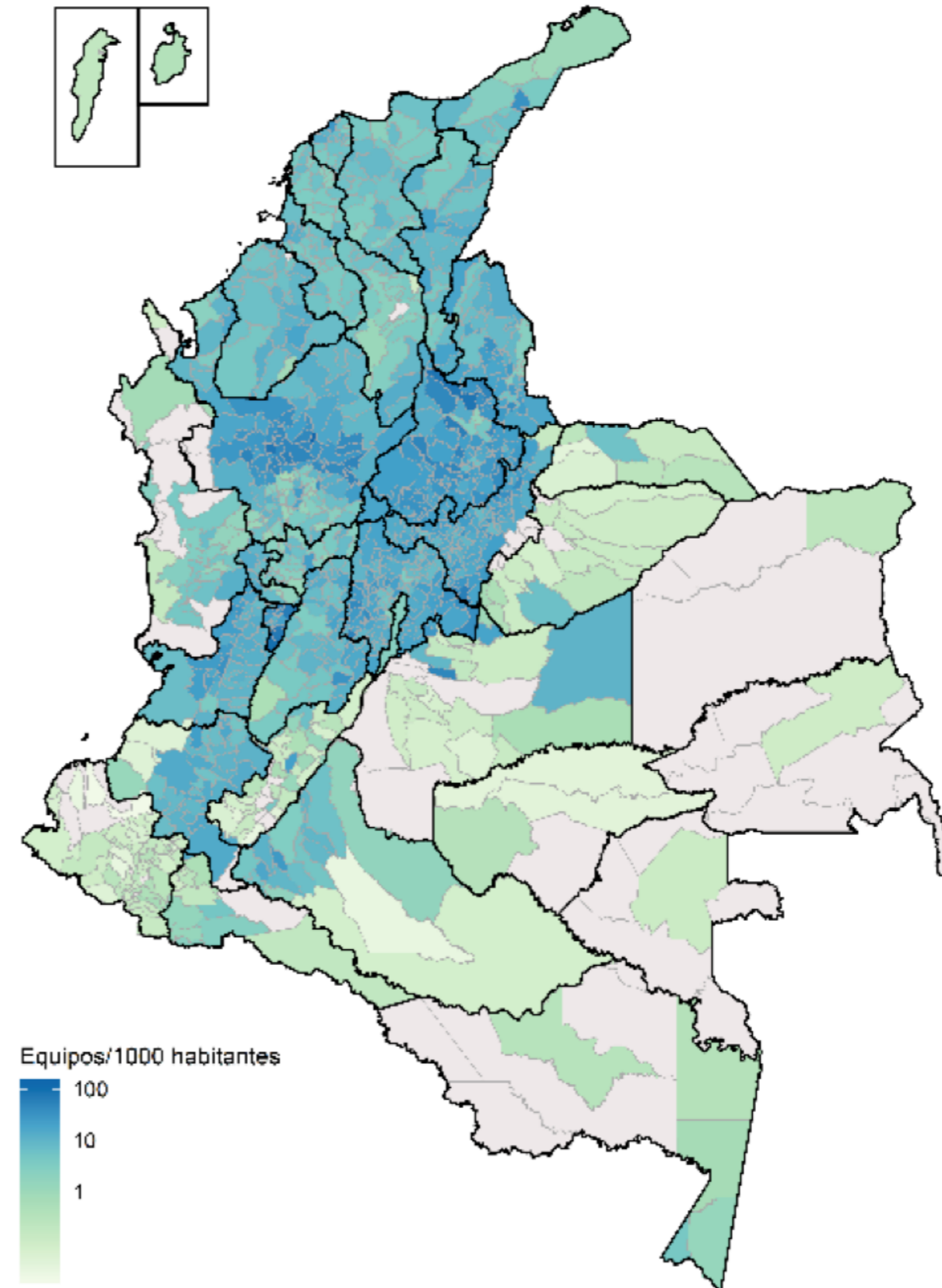
Fuente: Ideam, 2019.

¹³ Ideam, Informe Nacional para el Seguimiento a las Existencias y Gestión de Equipos con PCB en Colombia, 2018. Bogotá, D.C., 2019. 70 páginas.

Así mismo, atendiendo el número de habitantes que ocupa un área definida por departamento o municipio se identifican las cantidades de equipos que se encuentran registrados en el Inventario Nacional de PCB de los grupos 1, 2 y 3, en estado de uso, desuso y desechados, también de los confirmados y sospechosos. Atendiendo lo anterior se nota la cercanía de la población a los equipos que se encuentran en la clasificación antes mencionada, siendo Quindío, Boyacá, Cauca, Antioquia y Cundinamarca los departamentos con mayor presencia de equipos por habitante.



Figura 7.19. Inventario de PCB – Cantidad de equipos en estado de uso, desuso y desechados, que incluyen equipos confirmados y sospechosos.



Fuente: Ideam, 2019.

PRÁCTICAS COMUNITARIAS Y SOSTENIBILIDAD

Una de las iniciativas que promueve el sector ambiental en Colombia en sus regiones para incentivar la producción y consumo sostenible es el Plan Nacional de Negocios Verdes¹⁴. En este se contemplan actividades económicas con ofertas de bienes o servicios generadores de impactos ambientales positivos y además incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural para soportar el desarrollo del territorio.

La identificación de este tipo de bienes y servicios es fundamental para el país, promueve patrones de producción y consumo sostenibles, propicia la creación de una cultura alineada con principios ambientales, sociales y éticos, facilita la toma de decisiones a los consumidores en el momento de elegir un bien o servicio y visibiliza la oferta de estos de cara al mercado nacional e internacional [20].



Figura 7.20.

Proceso de verificación de criterios de negocios verdes



Elaborado por el Sinchi a partir de guía de verificación y evaluación de criterios de negocios verdes, V1.2 del Minambiente, en el marco del reporte sinergia-anexo ID 47 (2018) [21].

Fuente: Sinchi, 2018 [21]

¹⁴ Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles (2014). Plan Nacional de Negocios Verdes. Bogotá.

► Emprendimientos para la comercialización de productos frutales amazónicos y otros productos forestales no maderables en el marco de los negocios verdes¹⁵

La Amazonia colombiana es un lugar altamente estratégico, ya que cuenta con una gran diversidad de especies, las cuales constituyen un importante recurso biológico que requieren una mayor inversión en investigación básica y aplicada para su valoración y generación de valor para permitir su introducción en cadenas de valor en formación o consolidación, con el fin de promover el aprovechamiento sostenible de los recursos y el desarrollo de la región.

El desarrollo de emprendimientos en el marco del concepto de negocios verdes en la Amazonia permite al Sinchi realizar un aporte a la innovación y la sostenibilidad ambiental del país, mediante el trabajo con las comunidades locales de la Amazonia colombiana, en el fortalecimiento de emprendimientos de productos derivados de frutales amazónicos y otros productos fores-

Sinchi con corte a 2018 contaba con el registro de 153 emprendimientos de productos derivados de frutales amazónicos y otros productos forestales maderables y no maderables, además sus servicios en el marco de los negocios verdes y el consumo sostenible de acuerdo con los requerimientos de sus habitantes. Esto permite la consolidación del quehacer del Programa de Sostenibilidad e Intervención para la promoción de alternativas productivas, para permitir la reconversión de procesos de intervención inadecuada, a través de la innovación y transferencia de tecnología, con enfoque de cadena de valor.



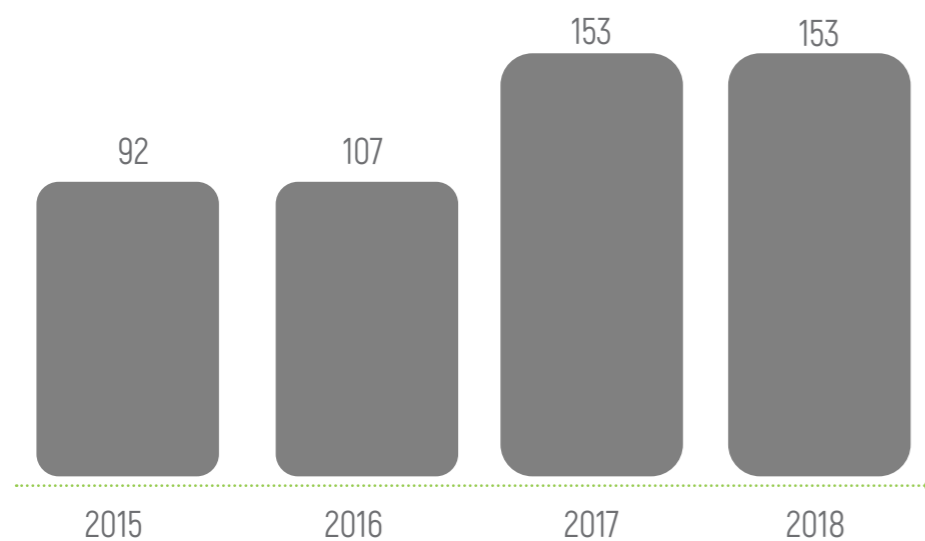
¹⁵ Preparado por Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). María Soledad Hernández, Edwin Agudelo, Jaime Barrera, Bernardo Giraldo, Marcela Carrillo, Diana C. Guerrero, Sandra Castro, Mauro Reyes, Milton Oidor, Raquel Díaz, Andrés Martínez, Luis Eduardo Mosquera, Mauricio Mosquera, William Quintero, Ximena Bardales, Ricardo González, Juan Carlos Bernal, Nataly Hernández, Nataly Sarasti, Martha Cabreira.

Foto: Banco de imágenes, Imprenta Nacional, Adobe Stock. Frutas del Amazonas.

tales maderables y no maderables y sus servicios, que representan la biodiversidad amazónica y generan un modelo de desarrollo sostenible para nuestra región; incorporan para su fortalecimiento, nuevo conocimiento y transferencia de tecnología y aplican conceptos de bioeconomía para el impulso a productos y servicios basados en el uso sostenible de la biodiversidad.



Figura 7. 21.
Evolución de los emprendimientos verdes en la Amazonia colombiana durante los últimos años



Fuente: Sinchi, 2019.

Los emprendimientos fortalecidos en los últimos años, se han dado en la región centro sur en los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, los cuales agrupan principalmente en las cadenas de piscicultura, agroalimentaria y cosmética e ingredientes naturales.

En cuanto a la distribución por sectores, el 70% de los emprendimientos más recientes corresponde al sector agroalimentario, mientras el 18% a piscicultura y el 12% a cosmética e ingredientes naturales. En total, se han involucrado 2.369 familias a estas cadenas: 1.922 en agroalimentaria, 265 en cosmética e ingredientes naturales y 182 en piscicultura.



Figura 7. 22.
Familias beneficiadas por cadena productiva

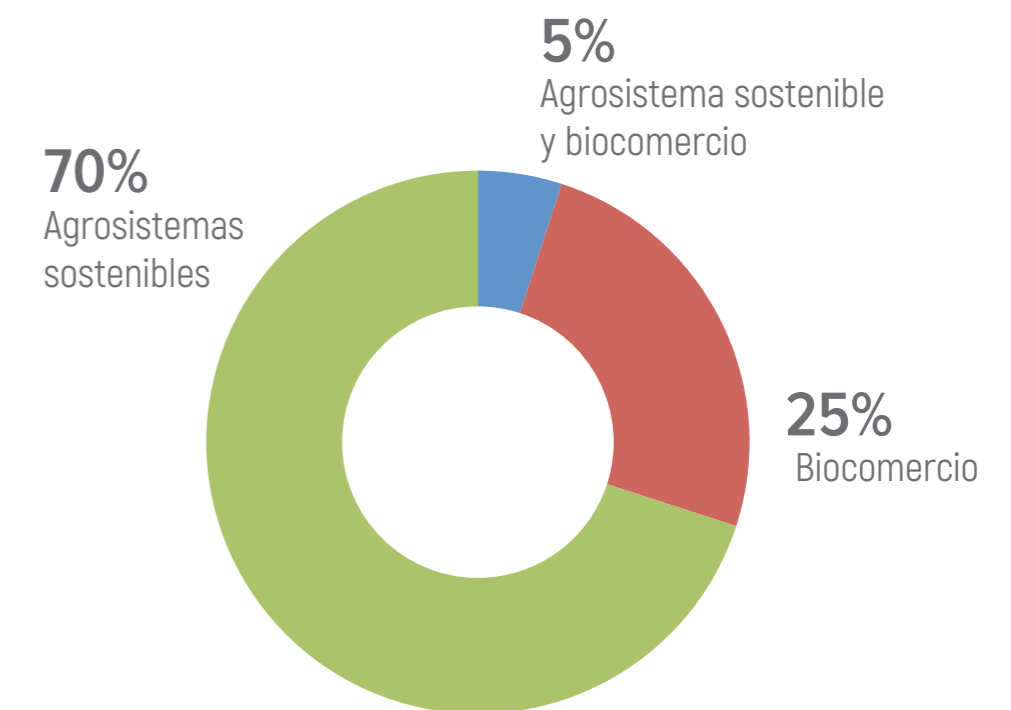


Los emprendimientos más recientes en la Amazonia colombiana hasta 2018, se encuentran ubicados así: un 25% en el sector de biocomercio y subsector no maderables, en el que se agrupan todos los emprendimientos que realizan aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM) tales como asaí, moriche, seje,

camu camu y andiroba; 70% en el sector de agroecosistemas sostenibles y subsector sistema de producción ecológico, orgánico y biológico, en donde se encuentran los productores y transformadores de theobromas, sachá inchi, frutales cultivados y piscicultores; y el 5% restante de emprendimientos que realizan actividades tanto con PFNM como con cultivados, referentes en ambos sectores, biocomercio y agroecosistemas sostenibles.



Figura 7. 23.
Distribución de emprendimientos por sectores de negocios verdes



Los principales retos afrontados en los emprendimientos recientes en la Amazonia colombiana son:

1. La mayoría de los emprendimientos, que hacen uso de la biodiversidad amazónica, se encuentran en etapa empresarial de idea, seguida de inversión inicial y unos pocos en despegue y consolidación.

2. El bajo nivel de escolaridad de los integrantes de emprendimientos y sus líderes dificulta a la hora de apropiar los conceptos de administración, comercialización y mercadeo.
3. La dificultad en las comunicaciones y la conectividad es uno de los principales retos de la región y de la comercialización hacia el interior del país, a la hora de ofertar los productos potenciales y llegar al consumidor final con costos competitivos.

Al enfrentar estos retos, se aprendieron lecciones importantes como la necesidad de idear esquemas logísticos para la comercialización y distribución de los productos y subproductos obtenidos a partir del aprovechamiento de PNMB para llegar al consumidor final en los centros poblados en el interior del país, con costos competitivos, dando además valor a los atributos ambientales de los productos, así mismo para que el emprendedor pueda determinar correctamente los costos operativos y de inversión para la actividad productiva/especie.

De otra parte, en los sectores alimentario, nutricional y de cosméticos se plantea atender cómo estimar la demanda insatisfecha por cada sector con el fin de estructurar los volúmenes de producción a ofertar de acuerdo con las características del sistema productivo y establecer acuerdos comerciales justos en cada uno de los eslabones de la cadena de valor y buscar apoyo de instituciones como el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, para fortalecer estas alianzas y el alcance de los mercados.



Foto: Banco de imágenes, Imprenta Nacional, Adobe Stock. Mujer tribu indígena del Amazonas.

Dentro de las acciones de mejora a implementar en corto y mediano plazo, se identifican la revisión y aplicaciones de nuevas tecnologías en energías alternativas, empaques biodegradables y de transformación en alimentos, nutraceutica, cosmética y productividad (materias primas) de acuerdo con las

características y condiciones de la región amazónica, así como los elementos de construcción de una nueva cadena de valor incorporando turismo de calidad y sostenible, estableciendo alianzas y articulación con las cadenas de valor del sector alimentario, nutraceutico, de ingredientes naturales y cosmética.

► Evaluación y validación de un protocolo para el cultivo de Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y otras especies nativas en jaulas flotantes¹⁷

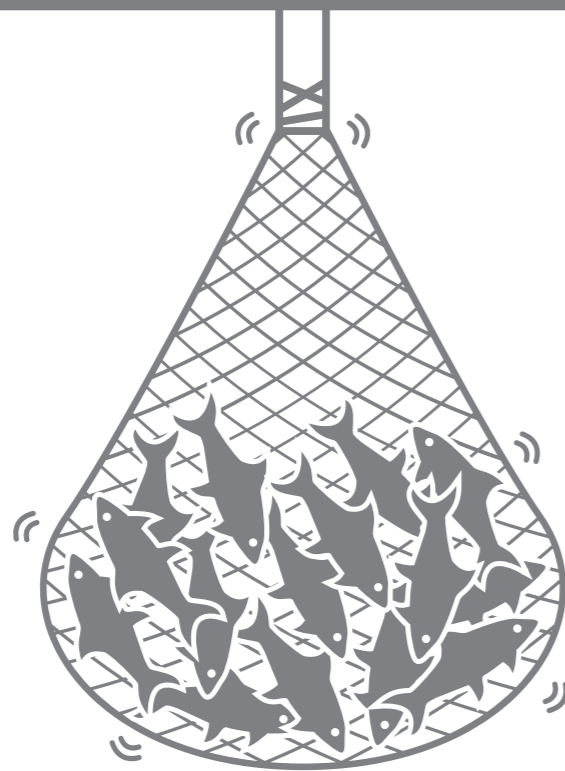


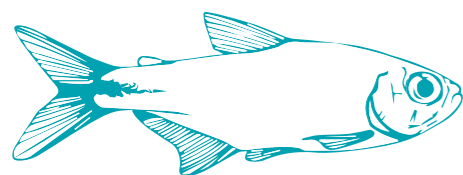
Figura 7.24.

Construcción y establecimiento de jaulas ciénaga Carvajal.



¹⁷ Preparado por el IIA- Subdirección de Investigaciones. Giovanni Ramírez, Moisés Mosquera Blandón, Samia Yisella Mosquera Ramírez, Haidyn Luis Moreno, Robinson Stívar Mosquera, Yaír Mayo Lozano. Grupo de investigación: Sistemas productivos tradicionales, cultura y saberes ancestrales del Chocó Biogeográfico, Línea de investigación: Modelos productivos sostenibles y aprovechamiento. Asociación de Consejos Comunitarios y Organizaciones del Bajo Atrato (Ascoba), Asociación de Pescadores de Riosucio (Asopesca), Fundación Cavallinesia
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de las referencias [26], [27], [28] y [29]

Prochilodus magdalenae es la especie más importante en la cuenca del Atrato; tanto así, para el periodo comprendido entre 1997 a junio de 2010 reportó más del 80% de los desembarques en Quibdó [26]. Sin embargo, en la actualidad, la realidad es otra, según información obtenida en el Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC), los desembarques de bocachico en Quibdó son muy incipientes, tanto así, durante los últimos años han logrado registrar solo 505 toneladas [27]. Lo anterior causó el reporte a nivel nacional en categoría de Especie Vulnerable (A2c, d).



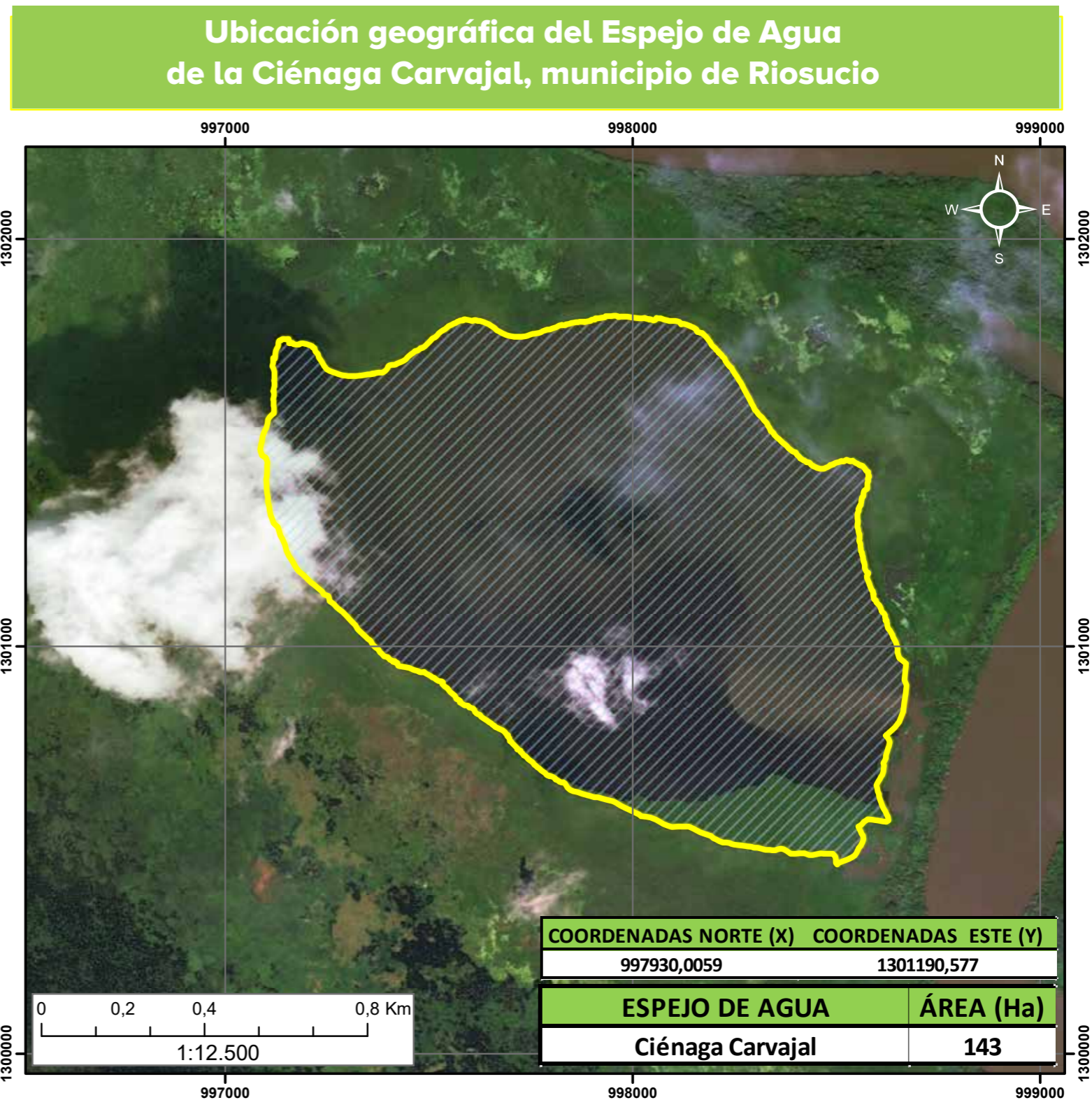
El Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) es la principal especie de la pesquería en la cuenca del río Atrato, debido a su importancia alimenticia y comercial para las comunidades que habitan estos territorios colectivos ancestrales.



Figura 7.25.
Mapa de ubicación geográfica de la ciénaga Carvajal



Instituto de
Investigaciones
Ambientales
del Pacífico



Fuente: IIAP, 2019.



Figura 7.26.
Jaulas flotantes





 Fuente: IIAP, 2019.



Figura 7.27.
Medición de variables biométricas (peso)




 Fuente: IIAP, 2019.

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta que en un sistema de producción acuícola la alimentación es el factor más importante; de ello depende el crecimiento y desarrollo de los peces; a la vez, representa la mayor

parte de los recursos necesarios condicionando el éxito de dichos sistemas de producción, dada su eficiencia y costos económicos elevados.



 Fuente: IIAP, 2019.

En este sentido, es necesario la búsqueda de nuevas dietas alternativas, que resulten económicamente viables y ambientalmente sostenibles con la oferta del territorio. Bajo esta perspectiva, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico en la vigencia 2018, en el marco del proyecto estudio de especies con alto valor de uso, desarrolló una serie de actividades orientadas a diseñar y formular dietas prácticas elaboradas a partir de insumos agroalimentarios de la región para el cultivo de *Prochilodus magdalenae* en jaulas flotantes.

En este sentido, los estudios bromatológicos realizados a diferentes especies vegetales permitieron seleccionar 9 especies vegetales con potencial de uso como materias primas para la elaboración de dietas prácticas para la alimentación de bocachico, con las cuales se diseñaron y formularon tres dietas experimentales con niveles de proteína bruta de 24, 27 y 30%; caseína, harina de pescado y hoja de tripa de pollo (sp acuática sin identificar) como base proteica, como fuente de carbohidratos harina de hoja de nacedero (*Trichanthera gigantea*), hoja de yuca (*Manihot esculenta*), hoja de bore (*Alocasia macrorrhiza*), árbol del pan (*Artocarpus altilis*), hoja de achín o papachinam (*Colocasia esculenta*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), algamasa (*Ceratophyllum demersum*) y buchón de agua (*Eichhornia crassipes*); aceite vegetal como fuentes de lípidos, premezcla de vitaminas y mineral, carboximetilcelulosa (CMC) como componente aglutinante no nutritivo y celulosa microcristalina como componente inerte de relleno, no digerible.

Evaluación de subproductos derivados de abejas nativas sin aguijón en el Chocó biogeográfico¹⁸

Las abejas sin aguijón se consideran de importancia para las comunidades urbanas y rurales desde épocas ancestrales; actualmente los subproductos como miel, propóleo y cera producidos por estos insectos, son muy apetecidas local, regional, nacional e internacionalmente, por sus bondades medicinales y sus características organolépticas; de ahí la importancia de conformar redes apícolas conformadas por apicultores de las comunidades asentadas en el Chocó biogeográfico¹⁹.

¹⁸ Preparado por el IIAP– Subdirección de Investigaciones. Giovanni Ramírez, Mirla Perea Murillo, Jovanny Mosquera Pino, Jairo Miguel Guerra, Yesid Rayo Pino, Carlos Fernando Vélez, Vicky Vega, Óscar Lewis Perea Lozano, Francisca Elenith Ortiz, Heimar Jiménez Mosquera, Ómar Quinto. Grupo de investigación: Sistemas productivos tradicionales, cultura y saberes ancestrales del Chocó Biogeográfico, Línea de investigación: Modelos productivos sostenibles y aprovechamiento. Consejo Comunitario de Tutunendo Consejo comunitario mayor del Alto San Juan Asocasan

¹⁹ El Instituto de investigaciones ambientales del Pacífico desde el año 2011 hasta el 2018, realizó estudios relacionados con las abejas sin aguijón con el fin de crear alternativas sostenibles de producción en el marco de la identificación de las mismas, caracterización, flora apícola asociada, conformación de red apícola en las estaciones ambientales del IIAP, evaluación de subproductos y análisis de miel de abejas nativas del Pacífico Caucaño. [30]

Las abejas sin aguijón, caracterizadas por la polinización de plantas, se obtienen de subproductos alimenticios y se utilizan en la medicina y en la cosmética. Se relacionan principalmente con la producción de miel.

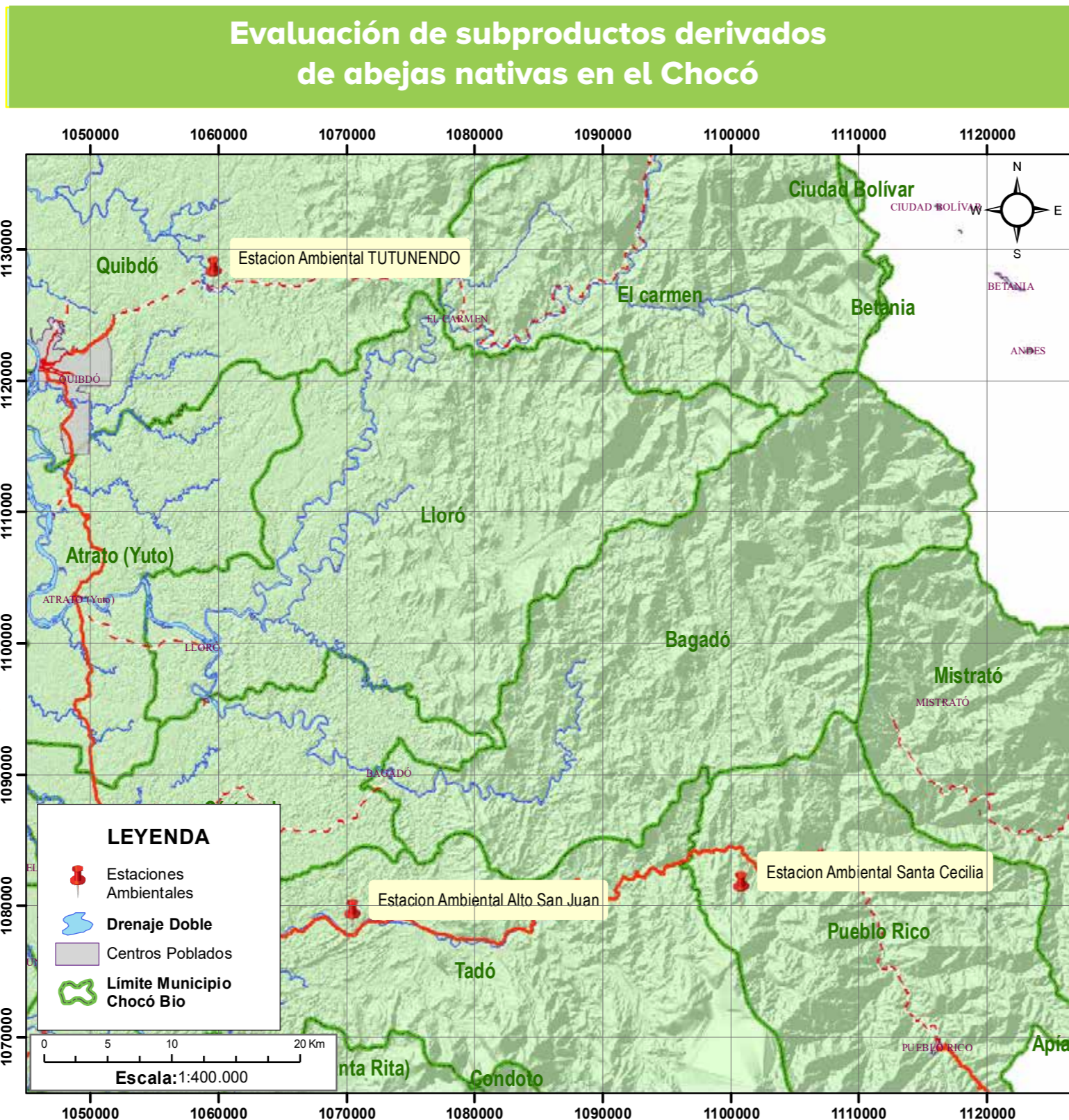




Figura 7.29.
 Mapa Evaluación de subproductos derivados de abejas nativas en el Chocó



Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico



Fuente: IIAP, 2019.

Se evaluaron los subproductos derivados de abejas nativas en el departamento del Chocó en el corregimiento de Tutunendo, Quibdó, cuyo resultado fue la identificación de 8 nidos (5 en cajas racionales y 3 en medio silvestre) de las especies *Melipona eburnea* y *Tetragonisca angustula*. También de los productos y de la productividad de las abejas nativas resultando la *M. eburnea* con los más altos volúmenes de producción, con 9.051 mililitros de miel y 2.029 gramos de propóleo, esto debido a sus características particulares de adaptación tanto en medio silvestre como doméstico (cajas racionales); en cambio la especie *T. angustula* produjo 15 mililitros de miel y 101 gramos de propóleo. Esta diferencia significativa se debe a que según una publicación realizada por Nates (2005) [31], la especie *T. angustula* es más vulnerable al ataque de plagas como se evidenció en la investigación.


Por otro lado, se identificaron de dos especies de abejas nativas sin aguijón y el análisis de las mieles encontradas, en el Consejo Comunitario Guapi abajo, municipio de Guapi en el departamento del Cauca. El resultado fue la identificación de la Abeja Negra o Boca de Jarra (*Cephalotrigona zexmeniae*) y abeja mona (*Tetragona zieglerei*). El análisis de miel evidenció que, con respecto a la humedad, se determinó 29,88% para la miel de *C. zexmeniae* y 32,37% para la miel de *T. zieglerei*. El contenido de azúcares para la miel de abeja *C. zexmeniae* presentó valores de 59,35 % y para *T. zieglerei* de 59,34%. En relación a los grados Brix se evidenció la existencia de una variación de 67,0 a 64,75 grados con diferencia de 2,25 grados más elevados en la miel de abeja *C. zexmeniae*, lo que argumenta el sabor más

dulce que la miel de abejas *T. zieglerei* de acuerdo a la prueba organoléptica como cenizas, hidroximetilfurfural, pH y otros elementos como cobre, hierro, magnesio, potasio, sodio, calcio y zinc. Se evidenció normalidad dentro de los parámetros sugeridos para mieles de abejas sin aguijón indicando que el contenido nutricional de la miel obedece a la disponibilidad de una oferta floral que garantiza su buena calidad.

Para finalizar, mediante la investigación se determinó que el proceso productivo de las abejas está fuerte-

mente influenciado por el tipo o especie de abeja, flora asociada a las mismas que determinan la composición físico-química de la miel y las condiciones climáticas de entorno, convirtiéndose en una alternativa productiva con fines de sostenibilidad. Esta actividad es un complemento de las labores productivas cotidianas de agricultores, madereros, cazadores, pescadores o mujeres cabeza de hogar. A la misma vez, el estudio de las abejas nativas ha aportado al diseño de estrategias de producción que procuran el equilibrio entre

la economía y la ecología, tendientes a aprovechar la oferta ambiental de la región, con el soporte del conocimiento tradicional de los grupos étnicos, así como la implementación de nuevas tecnologías, evitando que sean lesivas para el medio ambiente; en este sentido, dentro de estas estrategias está el diseño de modelos de manejo sostenibles para disminuir la presión sobre las poblaciones silvestres en aras de garantizar su conservación.

 Fuente: IIAP, 2019.



Indicador de abundancia relativa de camarón: Pesca de arrastre industrial nacional²⁰

La pesca como aprovisionamiento de alimento constituye uno de los servicios más importantes que brindan los ecosistemas marinos [32], [33], [34]. A nivel mundial, la pesca de captura ha producido en la última década alrededor de 90 millones de toneladas anuales, contribuyendo al bienestar de cerca de mil millones de personas, especialmente en los países en vía de desarrollo [35]. En Colombia, la pesca juega un papel importante en la generación de alimento, ingresos y empleos directos e indirectos; sin embargo, parte de los recursos pesqueros son explotados por encima de los niveles permisibles, originando el decaimiento del tamaño de poblaciones de importancia comercial como los camarones [36], [37], [38], objetivo de pesquerías industriales y artesanales.

²⁰ Preparado por Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar) Mario Rueda, Alfredo Rodríguez, Fabián Escobar, Alexander Girón, Jorge Viaña, Diana Bustos Montes.

 Foto: Banco de imágenes, Imprenta Nacional, Adobe Stock. Camarón.

Los camarones son objeto de la pesca en Colombia, por tanto, se requiere conocer su abundancia para formular medidas de manejo como cuotas de pesca y cantidad de esfuerzo permisible, basadas en la mejor evidencia científica disponible.

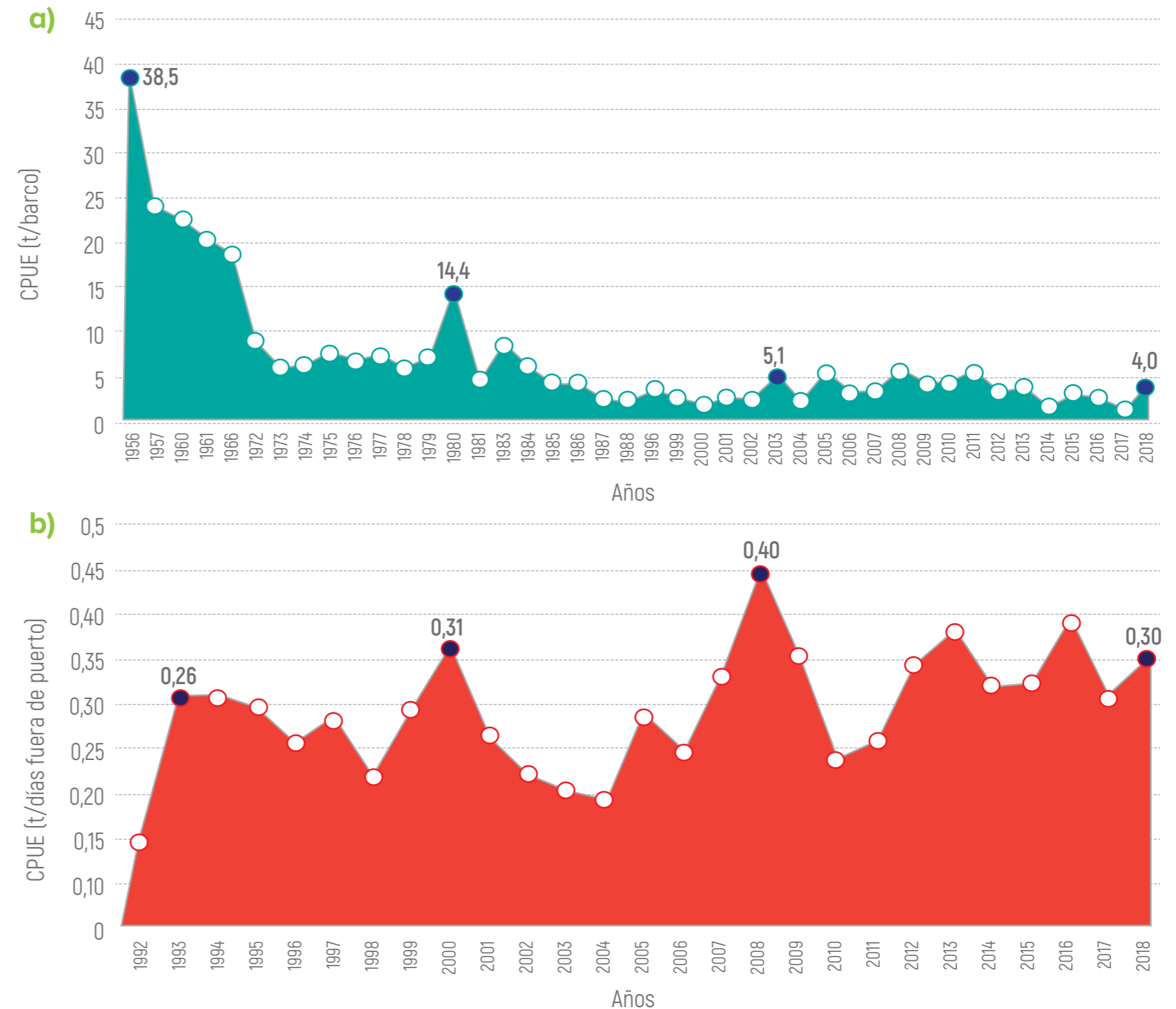
Una forma de cuantificar la presión ejercida sobre los recursos pesqueros es a partir de la abundancia relativa o la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), la cual puede interpretarse como índice de abundancia de las poblaciones naturales [39], ofreciendo un valioso indicador para el diseño de estrategias de manejo y conservación [40].

Este índice representa la cantidad de recurso o captura extraída con respecto al esfuerzo de pesca invertido, ya sea en número de barcos activos que capturan el camarón de aguas someras (CAS); o días fuera de puerto durante las faenas de su pesca en aguas profundas (CAP). La abundancia relativa es específica a un arte de pesca que posee un poder propio, esta es directamente proporcional a la cantidad en biomasa disponible en el medio natural, permitiendo de esta forma inferir el estado del recurso.

La CPUE del CAS en el Pacífico ha mostrado una tendencia decreciente desde el inicio de la pesquería en 1956 (38,5 t/barco) hasta 2017 y 2018 (1,6 y 4,06 t/barco, respectivamente), lo que representa una reducción aproximada del 90% en la abundancia relativa (Figura 7.30a). Este nivel bajo de la abundancia se encuentra desde mediados de los años 80, cuando el recurso



Figura 7.30. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en las pesquerías de camarón de aguas someras (a) y camarón de aguas profundas (b) en el Pacífico colombiano



Fuente: Invemar, 2019.

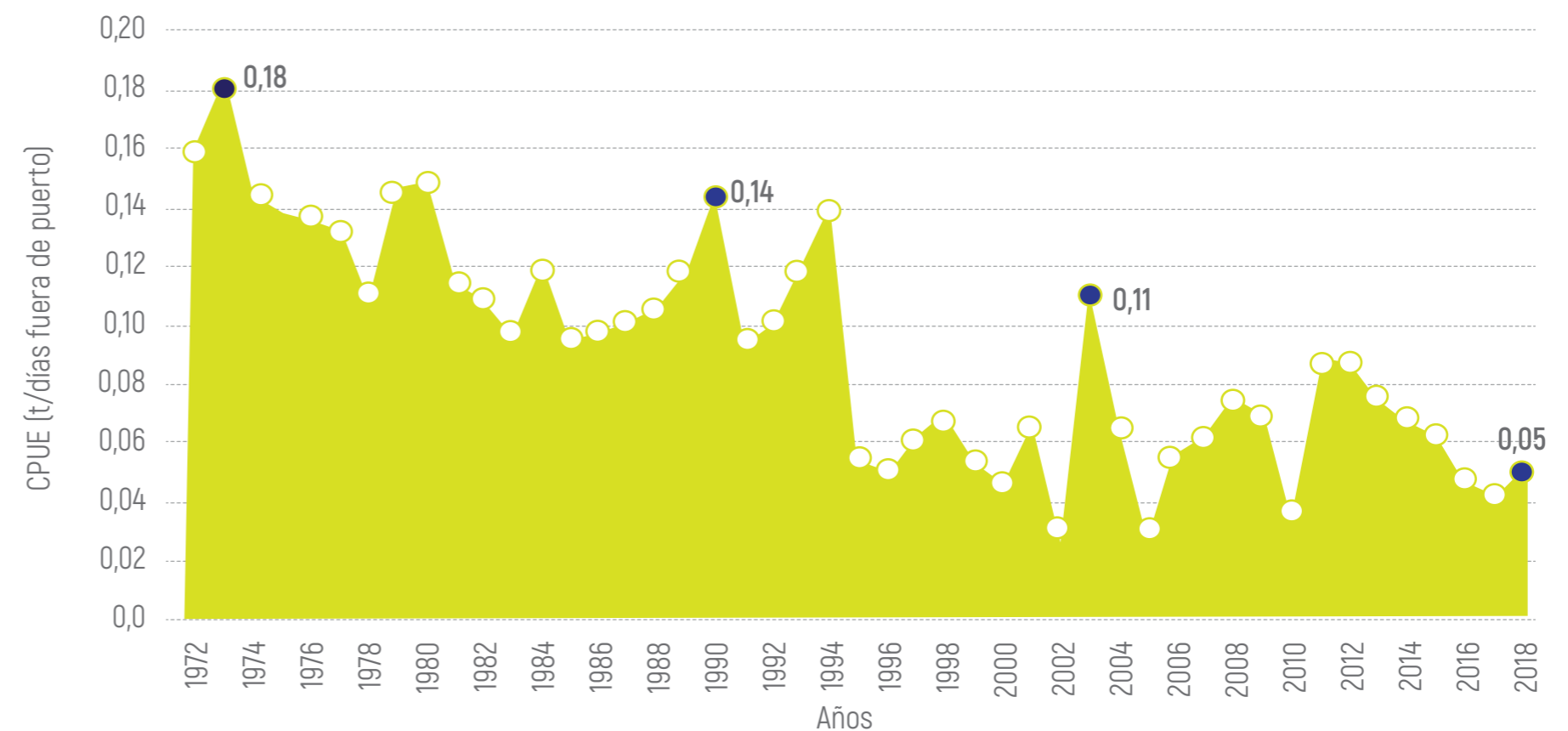
entró en una fase de sobrepesca sin mostrar signos claros de recuperación, una vez la pesca artesanal comenzó a extraer el mismo recurso, operando con la pesca industrial simultáneamente.

Caso contrario ocurre con el recurso CAP del Pacífico, el cual tiende al aumento debido a la abundancia relativa desde el comienzo de la actividad pesquera industrial en 1992, situando al recurso en 2017 y 2018 en un aprovechamiento cercano al máximo sostenible (Figura 7.30b). En el Caribe, la abundancia relativa del CAS muestra una disminución significativa desde el inicio de la pesquería en 1972, indicando a 2017 y 2018 una reducción de más del 75% que ubica al recurso en una fase de sobrepesca (Figura 7.31).

Estos datos son registrados en el Sistema de Información Pesquera del Invemar (Sipein) alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en los puertos de Buenaventura (Valle del Cauca), Cartagena (Bolívar) y Tolú (Sucre)²¹.



Figura 7.31. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la pesquería de camarón de aguas someras en el Caribe colombiano



Fuente: Invemar, 2019.

²¹ http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/IER_2017_baja_Final.pdf/76690566-f6e1-4610-906f-1c49c610b2c8

Indicador de Talla Media de Captura (TMC): Pesca de arrastre industrial nacional de camarón²²

Un punto de referencia límite (PRL) es un valor no deseable de un indicador que dependiendo de su naturaleza puede poner en riesgo la capacidad de renovación de las poblaciones naturales [41], [42].

Uno de los PRL usados en pesquerías es la talla media de madurez (TMM), al ser comparada con la talla media de captura, proporciona un indicador para medir el riesgo de sobrepesca o afectación sobre la estructura de las poblaciones marinas.

En la evaluación del recurso camarón el indicador TMC vs. TMM es muy útil, teniendo en cuenta las redes de arrastre empleadas para esta pesquería usan malla pequeña y pueden capturar individuos subadultos, [45].

²² Preparado por Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar) Alfredo Rodríguez, Mario Rueda, Fabián Escobar, Alexander Girón, Jorge Viaña, Diana Bustos Montes.



De cinco especies de camarón marino aprovechadas por pesca en Caribe y Pacífico, tres especies presentaron riesgo bajo de sobrepesca por crecimiento.

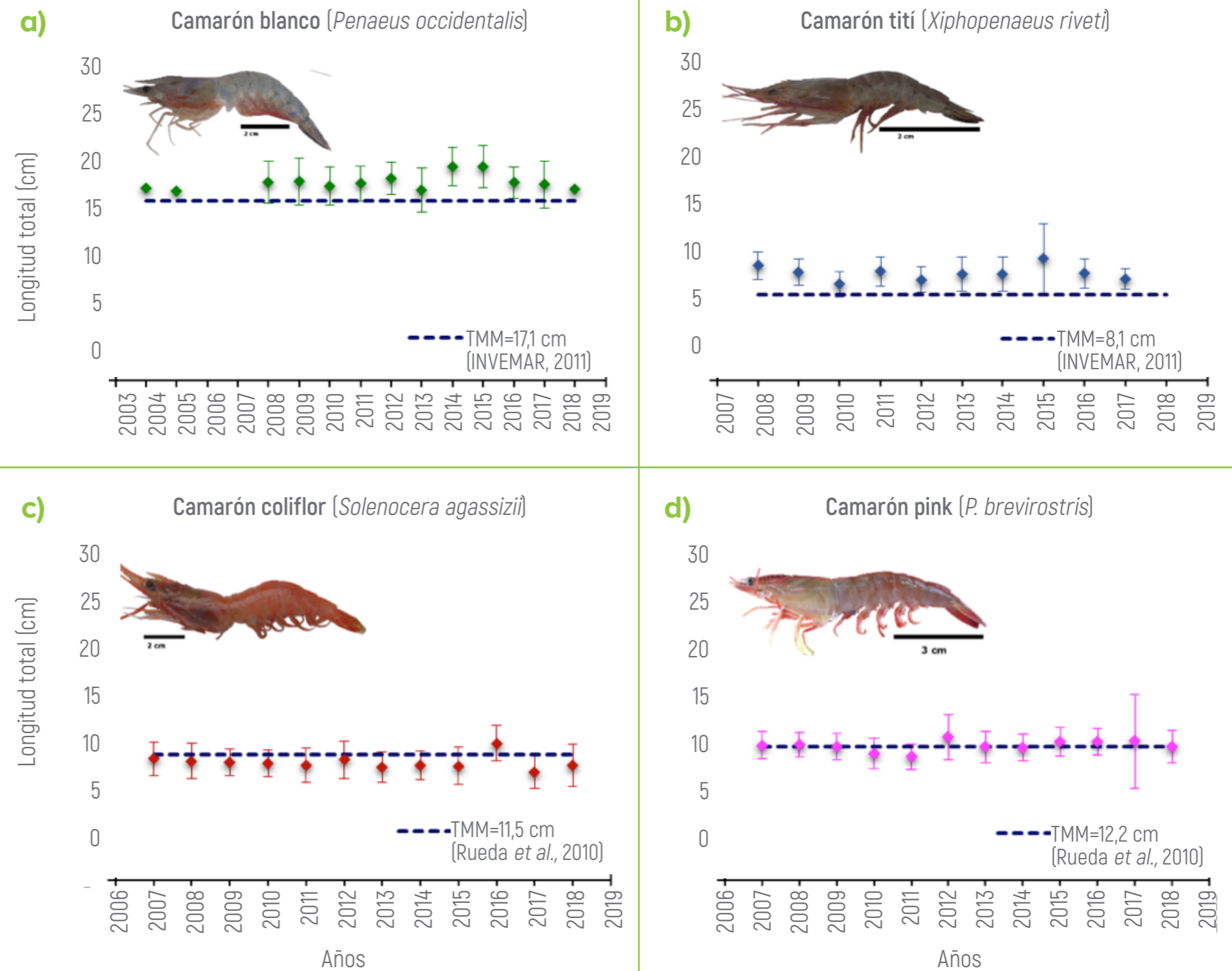
No obstante, el Inveemar con la FAO está desarrollando prototipos de redes de arrastre en el Pacífico y Caribe para mejorar la selectividad de las mismas y aumentar las tallas de captura produciendo cambios positivos en el indicador. En este sentido, el seguimiento anual de la TMC respecto a la TMM brinda información sobre la tendencia de la presión de pesca sobre el recurso.

La talla media de captura (TMC) es la longitud promedio de los individuos de una población extraída con un arte de pesca específico y en un área particular. La TMC se compara con la talla media de madurez (TMM) como PRL, para mostrar la presión causada por la pesca sobre la estructura poblacional con repercusiones en la renovación natural de estas. Con este indicador se pueden recomendar medidas de manejo dirigidas, por ejemplo, la reglamentación de los artes de pesca y de su operación.

En el Pacífico, la pesca del camarón blanco *Penaeus occidentalis* y el camarón tití *Xiphopenaeus riveti* mostró un impacto bajo en la estructura de la población, al mantener en la serie de tiempo la talla media captura por encima de la talla media de madurez (Figura 7.32 a y b). En los casos del camarón coliflor *Solenocera agassizii* y el camarón pink *P. brevirostris*, las tallas medias de captura estuvieron ligeramente por debajo de las tallas medias de madurez [46] (Figura 7.32 c y d); lo cual representa un riesgo moderado de sobrepesca por crecimiento. En el Caribe, las tallas medias de captura del camarón rosado *P. notialis* (Figura 7.33) evidenciaron que la pesquería captura en su mayoría individuos adultos [47], [48], lo cual no afecta la renovación natural de las poblaciones.



Figura 7.32. Variación interanual de la talla media de captura (TMC) de las hembras de las principales especies en las pesquerías de camarón del Pacífico colombiano, con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).

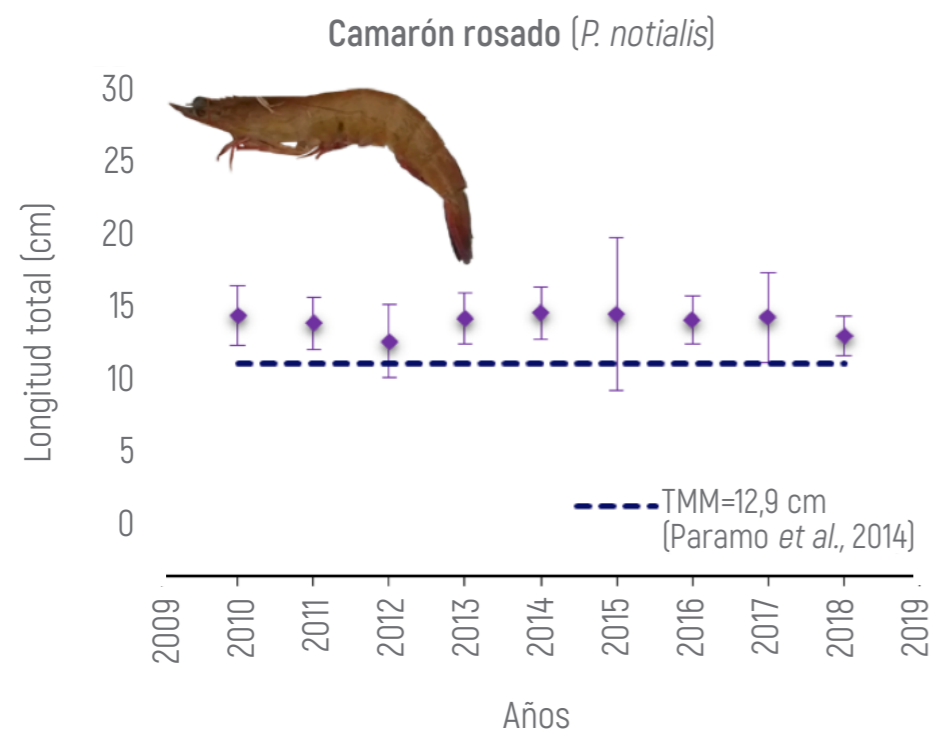


Fuente: Inveemar, 2019.



Figura 7.33.

Variación interanual de la talla media de captura (TMC) de las hembras camarón rosado *Penaeus notialis* en el Caribe colombiano, con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).



Fuente: Invemar, 2019.

Estos datos son registrados en el Sistema de Información Pesquera del Invemar (Sipein) alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en los puertos de Buenaventura (Valle del Cauca), Cartagena (Bolívar) y Tolú (Sucre)²³.

²³ http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/IER_2017_baja_Final.pdf/76690566-f6e1-4610-906f-1c49c610b2c8



Fuente: Invemar, 2019.

Indicador de la proporción de fauna acompañante: Pesca de arrastre industrial nacional de camarón²⁴

La pesca de arrastre de camarón tropical impacta la biodiversidad marina, debido al uso de redes de arrastre poco selectivas que no discriminan la fauna acompañante del camarón [36], [49], [50]. En Colombia, esta pesquería ha operado tanto en el Pacífico como en el Caribe, por más de 30 años usando los mismos diseños de redes de arrastre, sin considerar su efecto en áreas

donde los camarones coexisten con altas concentraciones de peces.

Con fines de recomendar la implementación de medidas de manejo operacionales tales como el uso de dispositivos reductores de fauna acompañante o la implementación de vedas en áreas de alta biodiversidad. Se están implementado recientemente, a través del desarrollo de redes de arrastre prototipo con dispositivos de escape de peces, por lo cual se esperan cambios en este indicador [42], [43].

La fauna acompañante (FA) de una pesquería está compuesta por los recursos que en parte no son el objetivo de pesca, pero que aun así son capturados. Estos recursos se componen de múltiples especies y pueden clasificarse en captura incidental (captura no objetivo



En el Pacífico y Caribe de Colombia, la pesca de arrastre de camarón tiene variado impacto sobre la biodiversidad marina.

²⁴ Preparado por Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar), Diana Bustos Montes, Mario Rueda, Fabián Escobar, Alfredo Rodríguez, Alexander Girón, Jorge Viaña.

 Fuente: Invemar, 2019.



que es aprovechada) y descartes (especies capturadas sin valor comercial y que son devueltas al mar generalmente sin vida). Conocer las proporciones de la fauna acompañante con respecto a la captura objetivo (FA/CO) [36] permite determinar el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina.

En el Pacífico colombiano la pesquería del camarón de aguas someras (CAS) presentó en 2017 una proporción FA/CO de 30,2 lo que indica que por cada kilogramo de camarón se capturaron 30,2 kg de fauna acompañante; este valor para el año 2018 fue de 22,4 (Figura 7.38a). Usualmente, la fauna asociada está representada en un 50% por peces que tienen valor en el mercado y por tanto son aprovechados [52]. En este sentido, en 2018 el impacto sobre la biodiversidad descartada tiene una tasa D/CO de 11, aproximadamente. Es decir que por cada kg de camarón capturado se descarta 11 kg de fauna acompañante, generalmente, peces.

En la pesca del camarón de aguas profundas (CAP), el impacto es muy bajo, al existir una proporción FA/CO inferior a 1 en los últimos años (Figura 7.38a). En el Caribe, la proporción FA/CO del CAS en 2017 y 2018 fue de 2,3 y 3,2, respectivamente, mostrando una tendencia de menor impacto sobre la biodiversidad (Figura 7.38b).

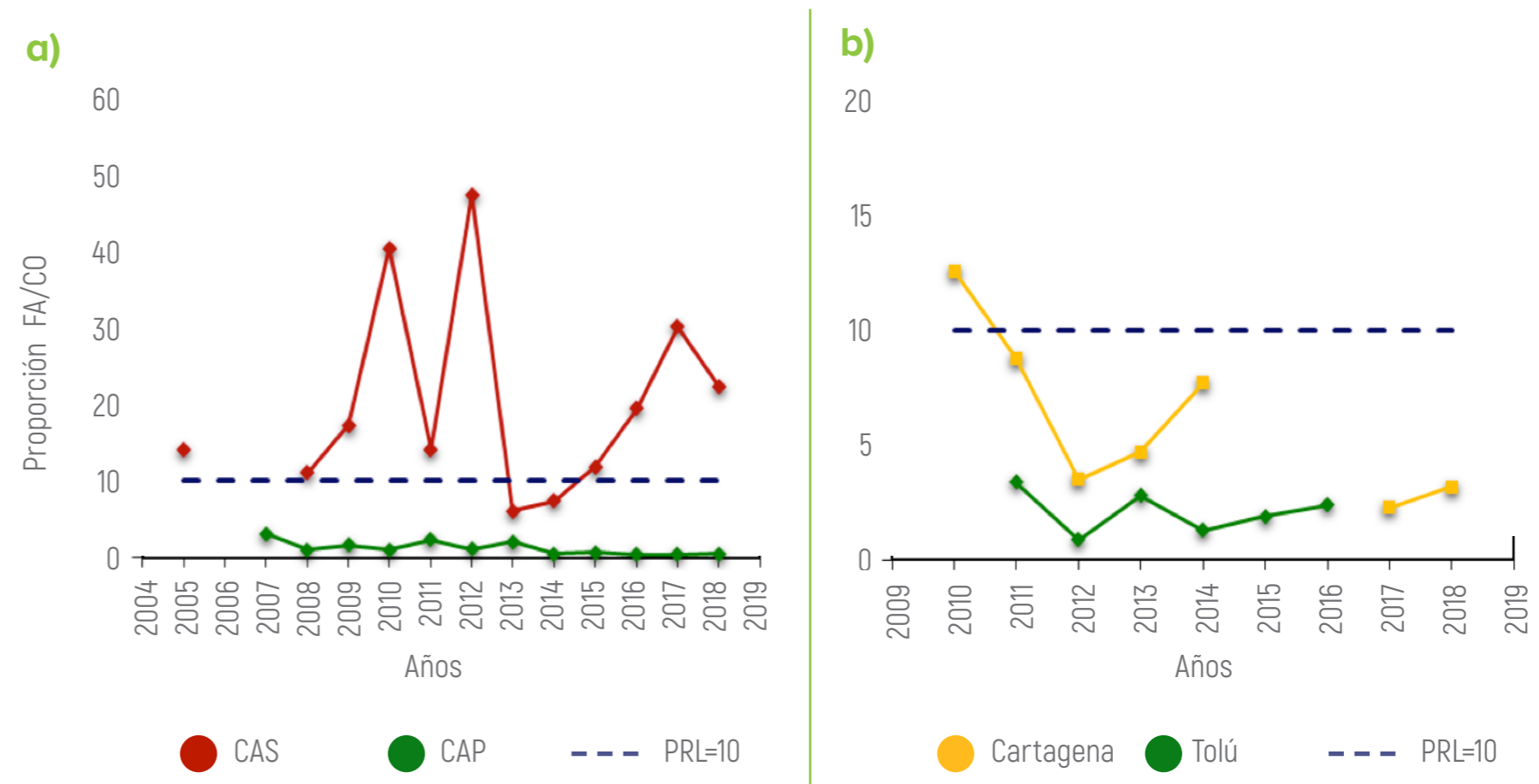
Estos datos son capturados por el Sistema de Información Pesquera del Invemar (Sipein) alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en los puertos de Buenaventura (Valle del Cauca), Cartagena (Bolívar) y Tolú (Sucre)²⁵.

²⁵ http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/IER_2017_baja_Final.pdf/76690566-f6e1-4610-906f-1c49c610b2c8



Figura 7.38.

Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón (a) del Pacífico y (b) del Caribe colombiano. CAS: Camarón de aguas someras; CAP: Camarón de aguas profundas; PRL: Punto de Referencia Límite.



Fuente: Invemar, 2019.



Debido a la naturaleza de pesca de arrastre de fondo, es necesario el monitoreo y seguimiento continuo de los impactos generados sobre la biodiversidad, a través de la cuantificación de la captura objetivo (CO: camarón) y la fauna acompañante (FA) asociada.

Referencias

capítulo 7

- [1] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018). Censo de población y vivienda 2018 Colombia. Cifras disponibles en <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- [2] Instituto Nacional de Salud (INS) (2018). Periodo epidemiológico I-XIII Colombia, 2018. Disponible en <https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Paginas/Factores-de-Riesgo-Ambiental.aspx>
- [3] Instituto Nacional de Salud. (2018). Observatorio Nacional de Salud, carga de enfermedad ambiental, décimo informe técnico especial. Bogotá: INS, 177 pp.
- [4] Murcia, U., Castellanos, H., Fonseca, D., Ceontescu, N., Rodríguez, J. & Huertas, C. (2009.) Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, a escala 1:100.000. Datos del periodo 2002. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), 242 pp.
- [5] Murcia, U., Castellanos, H., Fonseca, D., Ceontescu, N., Rodríguez, J. & Huertas, C. (2010). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, a escala 1:100.000. Datos del periodo 2007. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), 177 pp., 3 anexos.
- [6] Murcia, U., Huertas, C., Rodríguez, J. & Castellanos, H. (2011). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2002 al 2007. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), 226 pp., 104 anexos.
- [7] Murcia, U., Medina, R., Rodríguez, J., Castellanos, H., Hernández, A. & Herrera, E. (2014). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, a escala 1:100.000. Datos del periodo 2012.

