

Metodologías para la estimación de emisiones y transferencias

en el marco del RETC de Colombia

Metodologías para la estimación de emisiones y transferencias en el marco del RETC de Colombia

República de Colombia

Abelardo de la Espriella
PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Fabio Arjona Hincapié
MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Gustavo Guerrero Ruiz
VICEMINISTRO DE POLÍTICAS Y NORMALIZACIÓN AMBIENTAL

David Olarte Amaya
VICEMINISTRO DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL TERRITORIO

Daniel Alfonso Gómez Cure
DIRECTOR DE ASUNTOS AMBIENTALES SECTORIAL Y URBANA (DAASU)

Diego Escobar Ocampo
COORDINADOR DEL GRUPO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS, RESIDUOS PELIGROSOS Y UNIDAD TÉCNICA DE OZONO (UTO)

Equipo técnico
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Diego Escobar Ocampo
Patsy Nadin Lizarazo Martínez
Natalia Alejandra Uscategui Ruiz

Documento elaborado por
Diego Mauricio Quijano Prieto (Consultor GIZ)

Entidad de apoyo
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Proyecto de cooperación triangular “Contribución al proceso de adhesión del Perú y el fortalecimiento de Colombia en la OCDE”

Nombres: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana (DAASU), autor | Diego Mauricio Quijano Prieto, autor | Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). colaborador. | Proyecto de cooperación triangular “Contribución al proceso de adhesión del Perú y el fortalecimiento de Colombia en la OCDE”, colaborador.

Título: Metodologías para la estimación de emisiones y transferencias : en el marco del RETC de Colombia

Descripción: Primera edición | Bogotá D. C. : Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2026. 115 páginas : cuadros, fotografías, ilustraciones y tablas.

Incluye bibliografía.

Identificadores: ISBN (digital): 978-628-7598-68-3

Materias: Tesauro Ambiental para Colombia: Emisiones | Emisiones contaminantes |

Fuentes de contaminación | Metodologías | Residuos peligrosos | Transferencia de contaminantes

Clasificación: CDD 354.335 -dc2l CO_BoCDM

Primera edición: septiembre de 2026
© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia (MinAmbiente)
© Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Mozaiku Design

Director editorial
Angélica Vanessa Mori Tamashiro

Corrección de estilo y diagramación
Fernando Cavassa Repetto
José Donayre Hoefken

Revisión y normalización institucional
Laura Porras, Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental, MinAmbiente

ISBN (digital): 978-628-7598-68-3

Citar como: Quijano Prieto, D. M. (2026). *Metodologías para la estimación de emisiones y transferencias en el marco del RETC de Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este documento para ines educativos u otros ines no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para ines comerciales.

Metodologías para la estimación de emisiones y transferencias

en el marco del RETC de Colombia

Índice

Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas.	6
Unidades de medida.	8
Resumen ejecutivo	9
Introducción	10

CAPÍTULO 1

Antecedentes y contexto general del RETC en Colombia **11**

1.1. Antecedentes.	12
1.2. ¿Qué es el RETC?	14
1.3. Relevancia de los datos RETC.	15
1.4. Lista de sustancias y residuos sujetos a reporte en el RETC y sus respectivos umbrales y medio(s) de reporte.	16

CAPÍTULO 2

Métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias **18**

2.1. Descripción de los métodos de determinación o estimación de emisiones y transferencias.	19
2.2. Medición directa.	22
2.2.1 Caracterización analítica.	22
2.3. Medición indirecta.	27
2.3.1 Factores de emisión.	27
2.3.2 Balance de masas.	29
2.3.3 Otros cálculos.	31
2.3.4 Estimado.	33
2.4. Posibles fuentes de información para identificar las sustancias o residuos que se generan en el establecimiento.	35
2.5. Orientaciones para la selección del método de determinación o estimación de las emisiones y transferencias.	38

CAPÍTULO 3

Enlaces de interés y metodologías disponibles **40**

CAPÍTULO 4

Calidad de la información **42**

CAPÍTULO 5

Reporte de las emisiones y transferencias del RETC por medio del RUA **44**

5.1. Emisiones al agua, al suelo y transferencias en aguas residuales.	46
5.2. Emisiones al aire.	48
5.2.1 Emisiones al aire excepto GEI y SCPM.	48
5.2.2 Emisiones de las SCPM.	50
5.2.3 Emisiones de GEI.	51
5.3. Transferencias en residuos peligrosos.	54

CAPÍTULO 6

Ejemplos de reporte emisiones y transferencias
del RETC por medio del RUA 55

Ejemplo 1. Estimación de emisiones al agua por vertimiento
de aguas superficiales mediante medición directa 56

Ejemplo 2. Estimación de emisiones de COV al aire
mediante factores de emisión..... 57

Ejemplo 3. Estimación de emisiones de COV al aire
mediante balance de masas 58

Ejemplo 4. Estimación de emisiones de mercurio al aire
mediante factores de emisión..... 59

Ejemplo 5. Estimación de emisiones de xileno al aire
mediante balance de masas 60

Ejemplo 6. Estimación de emisiones de fenoles totales al agua
mediante medición directa (caracterización analítica) 61

Ejemplo 7. Estimación de emisiones mediante
medición directa (caracterización analítica) 62

Ejemplo 8. Estimación de emisiones de dióxido de azufre (SO₂)
mediante monitoreo continuo 64

Ejemplo 9. Estimación de emisiones de SCPM
mediante balance de masas 65

CAPÍTULO 7

Conclusiones y recomendaciones 66

Glosario 69

Anexo 72

Listado de enlaces de interés y enlaces en los cuales están
disponibles las metodologías existentes a nivel nacional
e internacional para la estimación de emisiones y transferencias 72

Referencias.....114

Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas

Acaire: Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración	CCN: Comité Consultivo Nacional	E-PRTR: European Pollutant Release and Transfer Register (sigla en inglés del Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes de Europa)	Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático)
Acoplásticos: Asociación Colombiana de Industrias Plásticas	CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe	FDC: Fuentes Difusas de Contaminación	LMP: límite máximo permisible; sustancias con LMP establecido para las actividades de la normativa
ACP: Asociación Colombiana del Petróleo	CIU 4 A.C.: Clasificación Internacional Industrial Uniforme de todas las actividades económicas, revisión 4 adaptada para Colombia por el Departamento Nacional de Estadística (DANE)	FECOC: Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos	MinAgricultura: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Andesco: Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones	CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	FFC: Fuentes Fijas de Contaminación	MinAmbiente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
ANDI: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia	CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social	GEI: Gases de Efecto Invernadero	MinSalud: Ministerio de Salud y Protección Social
ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	COV: Compuestos Orgánicos Volátiles	GTT: Grupo Técnico de Trabajo	n.d.: <i>no date</i> (sigla en inglés para sin fecha)
AR: análisis y reporte; sustancias objeto de AR para las actividades de la normativa	DNP: Departamento Nacional de Planeación	IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	NPI Australia: Australian National Pollutant Inventory (sigla en inglés del Inventario Nacional de Contaminantes de Australia)
ASTM: American Society for Testing and Materials (sigla en inglés de Sociedad Americana de Pruebas y Materiales)	EEA: European Environment Agency (sigla en inglés de la Agencia Europea de Medio Ambiente)	INGEI: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero	NPRI: National Pollutant Release Inventory (sigla en inglés del Inventario Nacional de Emisiones Contaminantes de Canadá)

NTC: Norma Técnica Colombiana	PPAM: Programa de Prevención de Accidentes Mayores	SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México	la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa)
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos	PRTR: Pollutant Release and Transfer Register (sigla en inglés del Registro de Emisiones y Transferencia Contaminantes)	SIA: Sistema de Información Ambiental	UNITAR: United Nations Institute for Training and Research (sigla en inglés del Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional e Investigación)
OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development (sigla en inglés de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos)	PVC: policloruro de vinilo	SIAC: Sistema de Información Ambiental para Colombia	UPME: Unidad de Planeación Minero Energética
ONG: organizaciones no gubernamentales	RETC: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes	SIUR: Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables	US EPA: United States Environmental Protection Agency (sigla en inglés de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)
OSPAR: Oslo y París; se refiere al Convenio de Oslo (1972) y al Convenio de París (1974)	RI: Responsabilidad Integral Colombia	TRI: Toxic Release Inventory (sigla en inglés del Inventario de Emisiones Tóxicas de los Estados Unidos)	
PGSQUI: Programa de Gestión de Sustancias Químicas de Uso Industrial	ROE: Reporte Obligatorio de Emisiones de GEI	UNECE: United Nations Economic Commission for Europe (sigla en inglés de	
PI: Pollution Inventory (sigla en inglés del Inventario de Contaminación del Reino Unido)	RUA: Registro Único Ambiental		
	SCPM: Sustancias Controladas por el Protocolo de Montreal		

Unidades de medida

- d:** día

g: gramo

gal: galón

h: horas

kg: kilogramo

L: litro

lb: libra

m³: metro cúbico

mg: miligramo
- mL:** mililitro

mol: mol

n.º: número

Nm³: metro cúbico a condiciones de referencia de gas seco (metro cúbico normalizado)

s: segundo

t: tonelada métrica (1.000 kg)

t-mol: tonelada-mol

µg: microgramo





Resumen ejecutivo

El presente documento compila información relevante sobre los métodos de determinación o estimación de emisiones y transferencias contaminantes provenientes de Fuentes Fijas de Contaminación (FFC) para el reporte en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de Colombia. Presenta a las partes interesadas un catálogo de métodos de estimación de emisiones y transferencias disponibles a nivel nacional e internacional.

El documento proporciona antecedentes y aspectos relevantes del RETC en Colombia; y presenta información y orientación práctica para la identificación, selección y aplicación de métodos de determinación o estimación de emisiones y transferencias de contaminantes provenientes de FFC o establecimientos.

Resume y presenta la información pertinente para aplicar dichos métodos, así como un listado que contiene enlaces de interés y metodologías existentes a nivel nacional e internacional para la estimación de emisiones y transferencias, que busca proporcionar guía para el reporte de emisiones por parte de los establecimientos sujetos al cumplimiento de la Resolución 0839 de 2023, además de información de interés sobre los RETC de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

El documento proporciona información relevante sobre el reporte de las emisiones y transferencias del RETC por medio del Registro Único Ambiental (RUA), así como ejemplos de reporte de emisiones y transferencias aplicando diversos métodos.

Introducción

Un RETC es un catálogo o base de datos accesible al público de las emisiones y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos a la salud o el ambiente, provenientes de diversas fuentes. El RETC incluye información sobre las emisiones y transferencias al aire, al agua y al suelo, así como sobre los residuos transportados a los sitios de aprovechamiento, tratamiento y disposición final (MinAmbiente, 2023; MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

En el núcleo de un RETC se encuentran los datos reportados por los establecimientos sobre las cantidades de contaminantes emitidas al agua, al aire o al suelo, o transferidas fuera de los límites del establecimiento. La calidad de estos datos es esencial para que un RETC proporcione información confiable para respaldar la formulación de políticas y suministre información precisa al público, a los gobiernos y a otros grupos involucrados. Es fundamental que los datos reportados al RETC cuenten con la calidad necesaria, ya que estos son indispensables para el análisis, la comparación de emisiones entre establecimientos de diferentes países y para la creación de inventarios nacionales.

Para maximizar la calidad de los datos recopilados, los programas RETC deben brindar

orientación a los establecimientos sobre cuáles son y cómo seleccionar los mejores métodos para estimar las cantidades de sustancias químicas contaminantes emitidas o transferidas.

Los métodos de estimación son fundamentales en cualquier programa RETC para producir información confiable sobre emisiones y transferencias de contaminantes, por lo que los establecimientos obligados a reportar al RETC suelen recurrir a la medición directa, el balance de masas, los factores de emisión, a otros cálculos o a las estimaciones para determinar sus emisiones y transferencias.

Cabe destacar que desarrollar nuevos métodos de estimación de emisiones y transferencias puede resultar altamente intensivo en inversión de recursos, al igual que la identificación y recolección de métodos empleados en otros países (OECD, 2017, 2024). Por esta razón, el presente documento compila información relevante sobre los métodos de estimación y la presenta para que las partes interesadas puedan acceder a esta.

Este documento no pretende generar recomendaciones específicas sobre los métodos de estimación. Por el contrario, busca proporcionar un catálogo de métodos de estimación de emisiones y transferencias disponibles, así como resumir

y presentar la información pertinente y necesaria para aplicarlos.

Complementariamente, este documento proporciona una lista de fuentes de información, con sus enlaces de acceso, en donde se describen diversos métodos que se utilizan en los países de la OCDE para la estimación de las emisiones de sustancias químicas contaminantes al agua, al aire o al suelo, o transferidas fuera de los límites del establecimiento.

El documento se divide en siete capítulos. El capítulo 1 presenta algunos antecedentes y el contexto general del RETC en Colombia, proporcionando información al lector sobre qué es el RETC, la relevancia de sus datos, algunas definiciones importantes del RETC de Colombia, y la lista de sustancias y residuos sujetos a reporte en el RETC y sus respectivos umbrales y medios de reporte.

El capítulo 2 plantea los métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias. Realiza además una descripción de los métodos de medición directa (caracterización analítica), factores de emisión, balances de masas, otros cálculos y estimados. También presenta las posibles fuentes de información para identificar los contaminantes que

se generan en el establecimiento y las orientaciones para la selección del método de determinación o estimación de las emisiones y las transferencias.

El capítulo 3 ofrece el listado de enlaces a documentos de interés, sitios web donde se encuentran disponibles metodologías existentes a nivel nacional e internacional para la estimación de emisiones y transferencias. Asimismo, los sitios web en los que se podrán encontrar los RETC de diversos países.

El capítulo 4 expone diferentes aspectos de la calidad de la información que se deben considerar para el registro de emisiones y transferencias contaminantes.

El capítulo 5 brinda información clave para el reporte de las emisiones y transferencias del RETC por medio del RUA, mostrando información para las emisiones al agua, al aire y al suelo, así como las transferencias en aguas residuales y en residuos peligrosos.

El capítulo 6 proporciona ejemplos de reporte de emisiones y transferencias del RETC mediante el RUA, utilizando diversos métodos de estimación.

Finalmente, el capítulo 7 detalla una serie de conclusiones y recomendaciones.



CAPÍTULO 1

Antecedentes y contexto general del RETC en Colombia

Antecedentes

La creación del RETC en Colombia es resultado del esfuerzo y articulación interinstitucional e intersectorial, así como de un conjunto de antecedentes internacionales y nacionales orientados al uso seguro de sustancias químicas contaminantes, el acceso a la información, la participación pública y la justicia en asuntos ambientales (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Algunos antecedentes representativos corresponden a: a) la expedición del documento CONPES 3868 de 2016; b) la adhesión de Colombia como Estado miembro a la OCDE; c) la formulación del Modelo Conceptual para la Implementación del RETC en Colombia; d) la aprobación por parte del Congreso de la República de Colombia de la Ley 2273 de 2022 que aprueba el Acuerdo Regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe,

conocido como el Acuerdo de Escazú, y e) la expedición de la Resolución 0839 de 2023¹.

Con el propósito de integrar de manera coherente los procesos de gestión del riesgo y las etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas para abarcar los problemas asociados con su uso, desde la óptica de la sustancia química y las instalaciones donde se usan, se formuló el documento CONPES 3868 de 2016. Este definió la política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas. En dicho documento, se propusieron las acciones que buscan reducir los efectos adversos a la salud y al ambiente por medio de la puesta en marcha de los programas de gestión de sustancias químicas de uso industrial (PGSQUI) y de prevención de accidentes mayores (PPAM) (CONPES, 2016) guías y normativa, encaminadas a controlar aspectos ambientales, comerciales, laborales o de salud sobre una sustancia o grupos de sustancias químicas. A pesar de lo anterior, persisten vacíos en

la implementación de los procesos de gestión del riesgo¹ para cada una de las etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas². En respuesta a dichos vacíos, el presente documento CONPES busca integrar de manera coherente los procesos de gestión del riesgo y las etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas para cubrir el amplio espectro de los problemas asociados con su uso³, visto desde la óptica de dos objetos de interés: (i. En tal contexto, el RETC emerge como elemento transversal que proporcionará información sobre la identificación de las fuentes y cantidades de emisiones y transferencias de contaminantes al ambiente, lo cual apoyará la identificación y evaluación de posibles riesgos para la salud humana o el ambiente.

Por otra parte, en el contexto del proceso de adhesión de Colombia a la OCDE, esta organización y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) realizaron recomendaciones en materia de sustancias químicas después de analizar el marco institucional y de políticas para la gestión de productos químicos en Colombia. Entendiendo que en Colombia se utilizan grandes cantidades de productos

químicos, resaltaron la importancia de establecer un marco político sólido que garantice el uso seguro de estos productos en el transcurso de su ciclo de vida. Si bien se reconocieron los avances del país en esta materia, recomendaron establecer un registro de emisiones y transferencias de contaminantes, de conformidad con las buenas prácticas internacionales, asegurando la disponibilidad de información para el público y específicamente utilizar el RUA como punto de partida para el establecimiento del RETC, entre otros aspectos en general (OCDE/CEPAL, 2014).

Mediante la Ley 2273 de 2022, Colombia aprueba el Acuerdo Regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe, adoptado en Escazú, Costa Rica, el 4 de marzo de 2018. Bajo este acuerdo, se dispone que cada parte tomará medidas para establecer un registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y de residuos bajo su jurisdicción, que se establecerá progresivamente y se actualizará de manera periódica (MinAmbiente, 2023).

¹ Por la cual se sustituye la resolución 0941 de 2009 en lo relacionado con el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR) y el Registro Único Ambiental (RUA), se adoptan el Protocolo para el monitoreo y seguimiento del SIUR para los sectores productivos y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y se toman otras determinaciones.

Continuando en esta línea, después de un esfuerzo continuo y de coordinación interinstitucional e intersectorial, en 2023 se consolida el Modelo Conceptual para la Implementación del RETC en Colombia, documento elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) con el apoyo del Grupo Técnico de Trabajo² (GTT) del RETC y retroalimentado por el Comité Consultivo Nacional (CCN) del RETC³.

En el Modelo se contempla que el RETC pertenezca al Sistema de Información Ambiental (SIA), el cual hace parte del Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC), y que sea concebido como

una salida de información que hará uso de la herramienta informática del RUA, a fin de que se cumpla con los requerimientos para el establecimiento del RETC y se asegure la disponibilidad de información para el público (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Con la expedición de la Resolución 0839 de 2023 como instrumento regulatorio, se adopta en Colombia el RETC como parte integral del RUA, para conformar un catálogo o base de datos accesible al público de las emisiones y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos a la salud o el ambiente, provenientes de diversas fuentes (MinAmbiente, 2023).

2 El GTT del RETC es una instancia creada para contribuir con el diseño, implementación y operación del RETC del país, y está conformado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ([MinAmbiente](#)), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

3 El Comité Consultivo Nacional del RETC es el órgano consultivo que retroalimenta los avances del GTT del RETC. Está conformado por el MinAmbiente, Ministerio de Salud y Protección Social (MinSalud), Departamento Nacional de Planeación (DNP), IDEAM, ANLA, Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), Asociación Colombiana de Industrias Plásticas (Acoplásticos), Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones (Andesco), Responsabilidad Integral Colombia (RI), Asociación Colombiana del Petróleo (ACP), Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración (Acaire) y la Universidad Nacional de Colombia.



1.2

¿Qué es el RETC?

Históricamente, los RETC se han desarrollado como herramientas para contribuir al abordaje de los asuntos ambientales por los gobiernos y para informar al público respecto a las cantidades de sustancias contaminantes emitidas al aire, al agua o al suelo, o transferencias en residuos peligrosos o en aguas residuales (OECD, 2024).

En la actualidad, al menos 50 países han establecido sus RETC o han puesto en marcha programas piloto. Los RETC internacionales son similares entre sí, pero varían en su alcance, teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada país,

la normativa, los tipos de industria del país y las sustancias contaminantes relevantes (US EPA, 2024).

Los RETC difieren en aspectos como diseño, implementación, sectores industriales cubiertos, sustancias químicas incluidas, umbrales de notificación y años de información disponibles, entre otros aspectos (US EPA, 2024).

En Colombia, el RETC está definido por el artículo 18 de la Resolución 0839 de 2023 como un catálogo o base de datos accesible al público de las emisiones y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos

a la salud o al ambiente, provenientes de diversas fuentes. El RETC incluye información sobre las emisiones y transferencias al aire, al agua y al suelo, así como sobre los residuos transportados a los sitios de aprovechamiento, tratamiento y disposición final (MinAmbiente, 2023).

El RETC, que forma parte integral del RUA, incluye información suministrada por los establecimientos obligados al diligenciamiento y actualización de dicho registro, según lo establecido en el artículo 7 de dicha resolución. La información del RUA se organiza y procesa automáticamente por

la herramienta informática para generar el RETC. Por tanto, los establecimientos no tendrán que reportar la información del RETC en un registro adicional. El RETC se pondrá a disposición del público, por medio de un portal web diseñado para tal fin (MinAmbiente, 2023).

La lista de las sustancias y residuos sujetos a reporte en el RETC, sus umbrales y medio(s) de reporte, establecidos en el numeral 4 del anexo 1 de la mencionada resolución, se actualizarán en la herramienta informática del RUA, en la medida que se actualice la normativa ambiental (MinAmbiente, 2023).

Relevancia de los datos RETC

El RETC puede aportar múltiples beneficios para el país, ya que captura y brinda información al público sobre las emisiones y transferencias de contaminantes al agua, al aire y al suelo, así como sobre los residuos peligrosos transportados a los sitios de aprovechamiento, tratamiento o disposición final, liberados por diferentes actividades productivas en el territorio nacional y que pueden representar riesgo para la salud o el ambiente.

En el contexto colombiano, se presentan beneficios para el sector Gobierno, el sector productivo y para el público (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Beneficios para el sector Gobierno

- Garantizar la información al público sobre las emisiones y transferencias de contaminantes que presenten riesgo para la salud o el ambiente.
- Conocer la presión ejercida sobre los recursos naturales renovables.
- Apoyar la formulación de políticas y regulaciones ambientales.

- Contribuir en la evaluación del cumplimiento de las políticas ambientales.
- Realizar estudios e investigaciones ambientales.
- Identificar la distribución geográfica de las emisiones o transferencias de contaminantes.
- Proporcionar datos para apoyar la identificación y evaluación de posibles riesgos para la salud humana o el ambiente, mediante la identificación de fuentes y cantidades de emisiones y transferencias de contaminantes al ambiente.
- Identificar sustancias químicas específicas de interés para la reducción de riesgos, así como para la reducción o eliminación de su uso.
- Apoyar las actividades de evaluación, control y seguimiento de los establecimientos inscritos por parte de las autoridades ambientales.
- Racionalizar e integrar los requerimientos de reporte existentes de contaminantes en medios específicos.
- Optimizar el flujo de información entre los sectores productivos y las autoridades ambientales.
- Apoyar los requerimientos de reporte internacionales derivados de diversos acuerdos y convenios internacionales.

Beneficios para el sector productivo

- Servir de insumo al sector productivo en la formulación, implementación y evaluación de iniciativas para la prevención de la contaminación y buenas prácticas para la reducción de las emisiones o transferencias de contaminantes en la industria.
- Conocer información que permita evidenciar el progreso de las acciones de mejora ambiental que realicen los industriales.
- Contar con un instrumento para la comunicación de riesgos, que permita generar confianza entre los miembros de la comunidad.

- Tomar medidas para la protección personal de sus trabajadores y de su empresa contra accidentes relacionados con sustancias químicas.

Beneficios para el público

- Tener acceso a la información sobre los riesgos por sustancias químicas a los que están expuestos, para que puedan tomar decisiones fundamentadas y acciones apropiadas.
- Proporcionar información para la academia en actividades de educación y para propósitos de investigación.



1.4

Lista de sustancias y residuos sujetos a reporte en el RETC y sus respectivos umbrales y medio(s) de reporte

De conformidad con lo establecido en el artículo 18 de Resolución 0839 de 2023, la lista de las sustancias y residuos sujetos a reporte en el RETC, sus umbrales y medio(s) de reporte, son aquellos establecidos en el numeral 4 del anexo 1 de dicha resolución.

Las sustancias y demás parámetros que cuenten con límites máximos permisibles (LMP) o análisis y reporte (AR) en la normativa ambiental vigente se reportarán en el RUA, según lo establecido en dichas normas.

Las demás sustancias se reportarán en el RUA en caso de que igualen o superen el umbral de reporte definido para el (los) medio(s) establecido(s).

Las sustancias sujetas a reporte en el RETC y sus umbrales y medios de reporte se actualizarán en la herramienta informática

del RUA, en la medida que se actualice la normativa ambiental.

Los generadores obligados a reportar el Registro de Generadores de Residuos Peligrosos, según lo establecido en el artículo 2.2.6.1.6.2 del Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo modifique o sustituya, reportarán en el RUA estos residuos. Para el reporte de los residuos peligrosos se utilizarán las listas del anexo I de residuos peligrosos por procesos o actividades y del anexo II sobre los residuos peligrosos por corrientes de residuos del artículo 2.2.6.2.3.6 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que los modifique o sustituya.

Los umbrales, medios y métodos de determinación de reporte en el RETC se encuentran en los anexos que van del 1.3 al 1.8 de la Resolución 0839 de 2023 y son los siguientes:

Umbral de reporte de los residuos peligrosos (MinAmbiente, 2015a)

Los generadores de residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción, teniendo en cuenta las siguientes categorías

a) Gran Generador. Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 1.000.0 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6 meses de las cantidades pesadas.

b) Mediano Generador. Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una

cantidad igual o mayor a 100,0 kg/mes y menor a 1.000.0 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6 meses de las cantidades pesadas.

c) Pequeño Generador. Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 10.0 kg/mes y menor a 100.0 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6 meses de las cantidades pesadas.

Umbrales, medios y métodos de determinación de reporte de las sustancias de la lista del RETC

- a) Umbrales, medios y métodos de determinación de reporte de las sustancias de la lista RETC, que cuentan con límites máximos permisibles o análisis y reporte en la normativa ambiental vigente.

→ Anexo 1.2. Lista de sustancias sujetas a reporte del RETC.
- b) Umbrales, medios y métodos de determinación de reporte de las sustancias de la lista RETC, que no cuentan con límites máximos permisibles o análisis y reporte en la normativa ambiental vigente.

Umbrales y medios de reporte de las sustancias del Acuerdo de París

- Anexo 1.3. Lista inicial de actividades económicas principales de los establecimientos con potencial de reporte en el RETC–Gases Efecto Invernadero (GEI).
- Anexo 1.4. Umbrales, medio y métodos de determinación para el reporte inicial en el RETC de los Gases Efecto Invernadero (GEI).



Umbrales, medios y métodos de determinación para el reporte de las Sustancias Controladas por el Protocolo de Montreal (SCPM)

- Anexo 1.5. Actividades económicas principales de los establecimientos, umbrales y métodos de determinación para el reporte inicial en el RETC de las emisiones al aire de las Sustancias Controladas por el Protocolo de Montreal (SCPM)–Mantenimiento y Recarga en Equipos de Refrigeración y Acondicionamiento de Aire Fijo.

→ Anexo 1.6. Actividades económicas principales de los establecimientos, umbrales y métodos de determinación para el reporte inicial en el RETC de las emisiones al aire de las Sustancias Controladas por el Protocolo de Montreal (SCPM)–Mantenimiento y Recarga en Equipos de Extinción de Incendios.
- Anexo 1.7. Actividades económicas principales de los establecimientos, umbrales y métodos de determinación para el reporte inicial en el RETC de las emisiones al aire de las Sustancias Controladas por el Protocolo de Montreal (SCPM)–Manufactura de Equipos.

Umbrales, medios y métodos de determinación de reporte en el RETC de las sustancias del Convenio de Rotterdam que no cuentan con límites máximos permisibles o análisis y reporte en la normativa ambiental vigente.

- Anexo 1.8. Umbrales, medios y métodos de determinación para el reporte inicial en el RETC de las sustancias del Convenio de Rotterdam que no cuentan con límites máximos permisibles o análisis y reporte en la normativa ambiental vigente.
- Para Colombia, en aquellos casos en los que no se especifique en la normativa ambiental vigente un método de determinación para una sustancia en particular, se deberá utilizar la mejor información disponible (MinAmbiente, 2023; MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

CAPÍTULO 2

Métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias

2.1

Descripción de los métodos de determinación o estimación de emisiones y transferencias

Los métodos de determinación o estimación de emisiones son un aspecto clave de los programas RETC y se emplean para generar datos sobre emisiones y transferencias específicas de los establecimientos (OECD, 2024).

Resulta particularmente importante tener una comprensión detallada de las características de las emisiones y las transferencias, así como del objetivo general del esfuerzo de estimación. Sin esa comprensión, se corre el riesgo de seleccionar un método de determinación o estimación de las emisiones y transferencias que sea inapropiado para el propósito previsto o que produzca resultados inexactos (OECD, 2024).

En la mayoría de los sistemas RETC, los establecimientos deben estimar las cantidades de emisiones y transferencias de contaminantes haciendo estimaciones razonables cuando los datos no están fácilmente disponibles (OECD, 2014). Del mismo modo, para Colombia, en aquellos casos en los que no se especifique en la

normativa ambiental vigente un método de determinación para una sustancia en particular, se deberá utilizar la mejor información disponible (MinAmbiente, 2023; MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Existen numerosos métodos para la estimación de las emisiones y transferencias de contaminantes para fuentes fijas. Estos abarcan desde evaluaciones intuitivas hasta modelos empíricos sofisticados (OECD, 2014). Las cinco categorías más ampliamente reconocidas de técnicas de estimación de emisiones según la OCDE (2024) son:

- Monitoreo directo
- Balance de masas
- Factores de emisión de sustancias químicas específicas
- Cálculos de ingeniería (monitoreo indirecto, modelos, otros cálculos, factores de emisión no químicos específicos)
- Criterio de ingeniería (mejor estimación con datos disponibles), técnicas basadas en propiedades físico-químicas, combinaciones de técnicas (criterio de ingeniería y monitoreo), la aplicación de

otras técnicas como factores de emisión predeterminados, etc.

Los métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias definidos en el Modelo Conceptual para la Implementación del RETC en Colombia pueden clasificarse de manera general en medición directa e indirecta, que se subdividen en cinco categorías (IDEAM, 2025 v2; MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024):

- Medición directa
- Caracterización analítica
- Medición indirecta
- Factores de emisión
- Balances de masa
- Otros cálculos
- Estimado.



Las equivalencias entre los mencionados métodos respecto a la denominación de la OCDE (2024) y UNITAR (2020b) se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1
Equivalencias de nominación entre los métodos para la determinación o estimación de las emisiones y transferencias

Modelo Conceptual para la Implementación del RETC en Colombia	OCDE	UNITAR
Medición directa (caracterización analítica)	Monitoreo	Medición directa
Balance de masas	Balance de masas	Contabilidad de materiales y balance de masas
Factores de emisión	Factores de emisión	Factores de emisión
Otros cálculos	Cálculos de ingeniería	Cálculos de ingeniería
Estimado		

Fuente: Elaborada con base en MinAmbiente (2024), OCDE (2024) y UNITAR (2020b).

Estos métodos para la determinación o estimación de emisiones y transferencias varían en términos de precisión, recursos requeridos y viabilidad técnica. Por ejemplo, la medición directa puede proporcionar cálculos de emisiones más precisas que otros métodos, pero puede requerir considerablemente más recursos. El monitoreo directo requiere que el personal adquiera, opere, mantenga y calibre el equipo de monitoreo, mientras que los cálculos de ingeniería pueden realizarse a partir de información disponible en el establecimiento (por ejemplo, recibos de compra, rendimientos de producción y fuentes de información disponibles públicamente) (OECD, 2014).

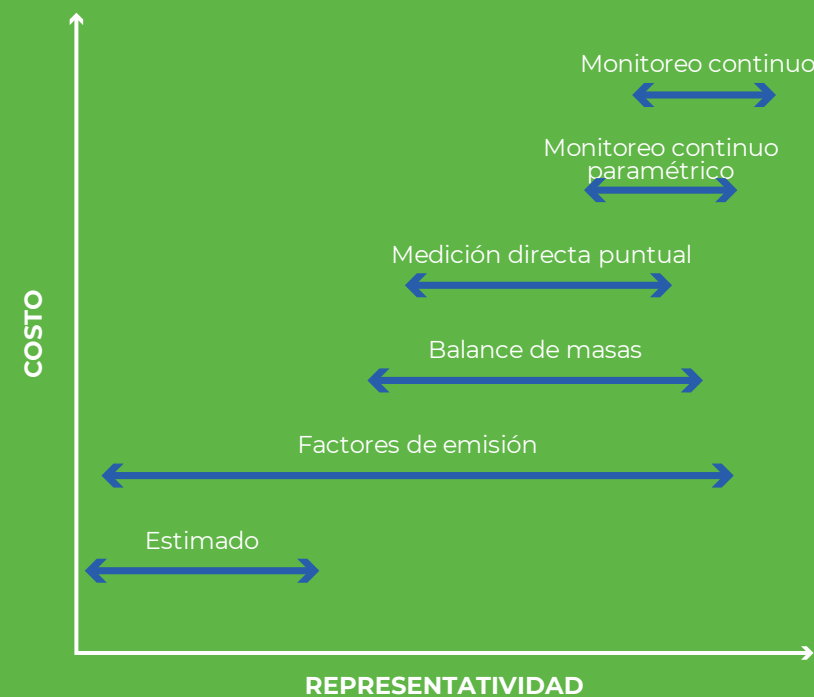
De acuerdo con la OCDE (2014), usualmente los establecimientos que reportan al RETC determinan la composición de sus emisiones por razones distintas a la presentación de informes del RETC, por ejemplo, debido al control de sus procesos productivos, la evaluación de la exposición de los trabajadores o el cumplimiento de los requisitos ambientales. Por otra parte, UNITAR (2020b) señala que, por lo general, los establecimientos consideran que es

mejor algunas mediciones en puntos de emisión estratégicos en lugar de realizar muchas mediciones en corrientes de proceso intermedias. Asimismo, se señala que, en los países en los que se llevan a cabo reportes RETC, habitualmente se estiman las emisiones utilizando factores de emisión o cálculos de balance de masa, en lugar de datos de monitoreo continuo (OECD, 2014).

Además, de acuerdo con las experiencias internacionales, no todas las técnicas de estimación de emisiones son apropiadas para todas las vías de emisión. Por ejemplo, los factores de emisión se utilizan con frecuencia para estimar las emisiones al aire, pero rara vez se aplican para estimar las emisiones al suelo (OECD, 2014).

La selección del método para realizar la estimación de emisiones contaminantes es muy importante, teniendo en cuenta que tanto la representatividad como el costo pueden variar significativamente (MinAmbiente, 2017). La Ilustración 1 muestra la relación representatividad-costos de los principales métodos de estimación de emisiones, que se explican posteriormente.

Ilustración 1
Relación de la representatividad-costo de la estimación de emisiones



Fuente: Adaptado de (MinAmbiente, 2017) y (US EPA, 2023b).

Esta relación entre costo y representatividad existe porque aumentar la confiabilidad requiere un incremento en la precisión de los datos, lo que requerirá más pruebas o pruebas más sofisticadas, y ambas aumentarán los costos asociados a la obtención de los datos (WHO, 2000).

Las ventajas y desventajas de los diversos métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias deben considerarse al evaluar su aplicabilidad para

cada caso en concreto. La decisión de cuál método utilizar se basa en las emisiones y sus fuentes, los parámetros regulados por la normativa ambiental vigente, la precisión necesaria, la información disponible, y los costos comparativos entre los métodos. En situaciones donde resulte complicado, costoso o poco práctico medir directamente, es posible emplear diferentes métodos para seleccionar la alternativa más adecuada (OECD, 2005).



2.2

Medición directa

2.2.1 Caracterización analítica

La caracterización analítica, también denominada monitoreo o medición directa, se fundamenta en el seguimiento a las condiciones específicas de las emisiones y transferencias generadas en el establecimiento, usualmente debido a la vigilancia del cumplimiento normativo o el control propio determinado por los establecimientos y se basa en la aplicación de métodos aceptados por las autoridades competentes para realizar las mediciones (PRTR España, 2013).

Es importante tener en cuenta que, para el RETC de Colombia, los parámetros físicos, químicos y bióticos que estén regulados por la normativa ambiental vigente, deberán determinarse utilizando los métodos de medición especificados en dichas normas. Cuando no se especifique en la normativa ambiental vigente un método de determinación para un parámetro en particular, se deberá utilizar la mejor información disponible por métodos de medición directa (caracterización analítica) o indirecta (factores de emisión, balances

de masa, otros cálculos, estimado), preferiblemente los recomendados por la OCDE o en su defecto los de la Agencia Ambiental de Estados Unidos (US EPA, los de la American Society for Testing and Materials (ASTM o de otras organizaciones con reconocimiento internacional en la materia (MinAmbiente, 2023; MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Para obtener los datos de emisiones correspondientes al período de balance, pueden ser necesarios cálculos adicionales considerando los caudales, corrientes u otros datos de proceso, especialmente cuando se realizan caracterizaciones puntuales o discontinuas. Los datos pueden proceder de sistemas de control o monitoreo de los procesos en continuo o discontinuo e incluso sobre la base de mediciones puntuales (PRTR España, 2013).

Los términos medición directa o caracterización analítica hacen referencia a los resultados obtenidos a partir de métodos de medición estandarizados o aceptados (MinAmbiente, 2023; MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024). De acuerdo con las experiencias internacionales,

los tipos de mediciones que suelen ser usados son la vigilancia del cumplimiento por las autoridades o el autocontrol de los establecimientos, las medidas de control de procesos, las mediciones de exposición de los trabajadores, los permisos gubernamentales, o medidas de cumplimiento. Estas mediciones a menudo pueden ser utilizadas directamente para determinar las emisiones. Los datos de control deben ser tomados con frecuencia suficiente para considerar las variaciones

normales en las condiciones de operación durante todo el período de balance. Una concentración promedio, junto con un caudal promedio, pueden ser usados para calcular las emisiones para el período de balance, siempre que los valores sean representativos del proceso (UNITAR, 2020b).

Existen otras ecuaciones útiles para el cálculo de emisiones a partir de mediciones directas (UK Environment Agency, 2024), como se muestra en la Ecuación 1.

Ecuación 1. Estimación de emisiones a partir de mediciones directas

$$E = C \times Q \times 0,0036 \times [\text{Horas de operación}]$$

donde:

- E = emisión de contaminantes [kg/año]
- C = concentración de contaminantes [mg/m³]
- Q = caudal volumétrico de la emisión [m³/s]
- 0,0036 = factor de conversión de mg/s a kg/h
- Horas de operación = horas de funcionamiento de la actividad en el año [h/año]

Incluso si las condiciones de operación no son estables, las mediciones se pueden utilizar si el establecimiento confía en que los datos de monitoreo han tenido en cuenta el rango de condiciones. En ocasiones, dividir el cálculo en períodos más pequeños (como trimestres del año o meses), calcular las emisiones totales para cada período y sumar para el año puede proporcionar una estimación precisa de las emisiones anuales (UNITAR, 2020b).

La medición directa se realiza a través de procedimientos en los que se recolecta una muestra mediante el uso de equipos muestreadores para su posterior análisis o con el uso de analizadores en tiempo real. Para esto se requiere la definición de una muestra representativa según la clasificación de la fuente y el uso de métodos o procesos estandarizados, como sistemas de monitoreo continuo, monitoreos paramétricos, muestreos puntuales y demás establecidos en la normativa ambiental vigente (MinAmbiente, 2017).

En casos particulares, cuando la medición directa se realiza de manera continua, no se requiere estimación, ya que la medición, junto con los cálculos complementarios, representa las emisiones del período de balance. Sin embargo, debido a los costos y factores logísticos, no es usual que se

realicen monitoreos continuos para los contaminantes emitidos. Por esta razón, a partir de los valores de las sustancias químicas contaminantes medidos directamente, se realizan los cálculos para el período de balance.

Los sistemas de monitoreo continuo de emisiones registran las emisiones durante un período prolongado e ininterrumpido. Existen técnicas de monitoreo continuo que son preferibles para contaminantes específicos, como el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno y el monóxido de carbono, porque proporcionan un registro detallado de las emisiones en el transcurso del tiempo. Por lo general, los costos y la dificultad al realizar la medición aumentan para los métodos utilizados en el monitoreo de contaminantes específicos, por lo que en ocasiones el monitoreo continuo se considera una opción poco práctica (OECD, 2024).

Respecto al monitoreo continuo de emisiones atmosféricas, existen sistemas integrados que permiten determinar la concentración o la tasa de emisión de algunos gases, con relaciones temporales bajas (por ejemplo, cada 5 minutos). Estos sistemas pueden ser instalados de forma permanente en las fuentes de emisión, permitiendo tener información directa

durante todo el período de balance para el reporte (MinAmbiente, 2017).

En Colombia, la Resolución 909 de 2008 establece que las instalaciones de incineración y los hornos cementeros que realicen coprocesamiento de residuos o desechos peligrosos deben contar con sistemas de monitoreo continuo para la obtención de los datos horarios de contaminantes como SO_2 , NO_x , HCl, HF y Hg, entre otros (MAVDT, 2008). En el capítulo 6, se puede ver un ejemplo del cálculo de emisiones de dióxido de azufre (SO_2) mediante monitoreo continuo.

Los métodos de determinación o estimación de emisiones y transferencias basados en caracterización analítica aplican para una amplia variedad de contaminantes. El método consiste en medir la concentración de sustancias específicas en las emisiones de gases, efluentes o residuos en los principales puntos de emisión del establecimiento, y luego se multiplica por el flujo o cantidad de gases emitidos, efluentes o residuos para el período de balance (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004), como se presenta en la Ilustración 2.

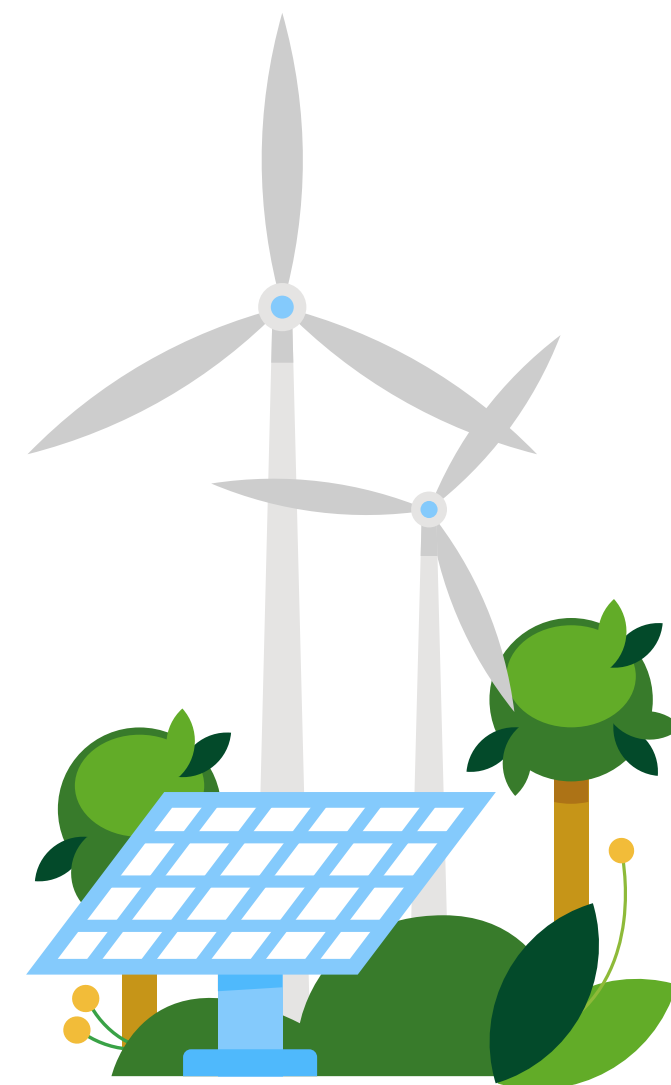
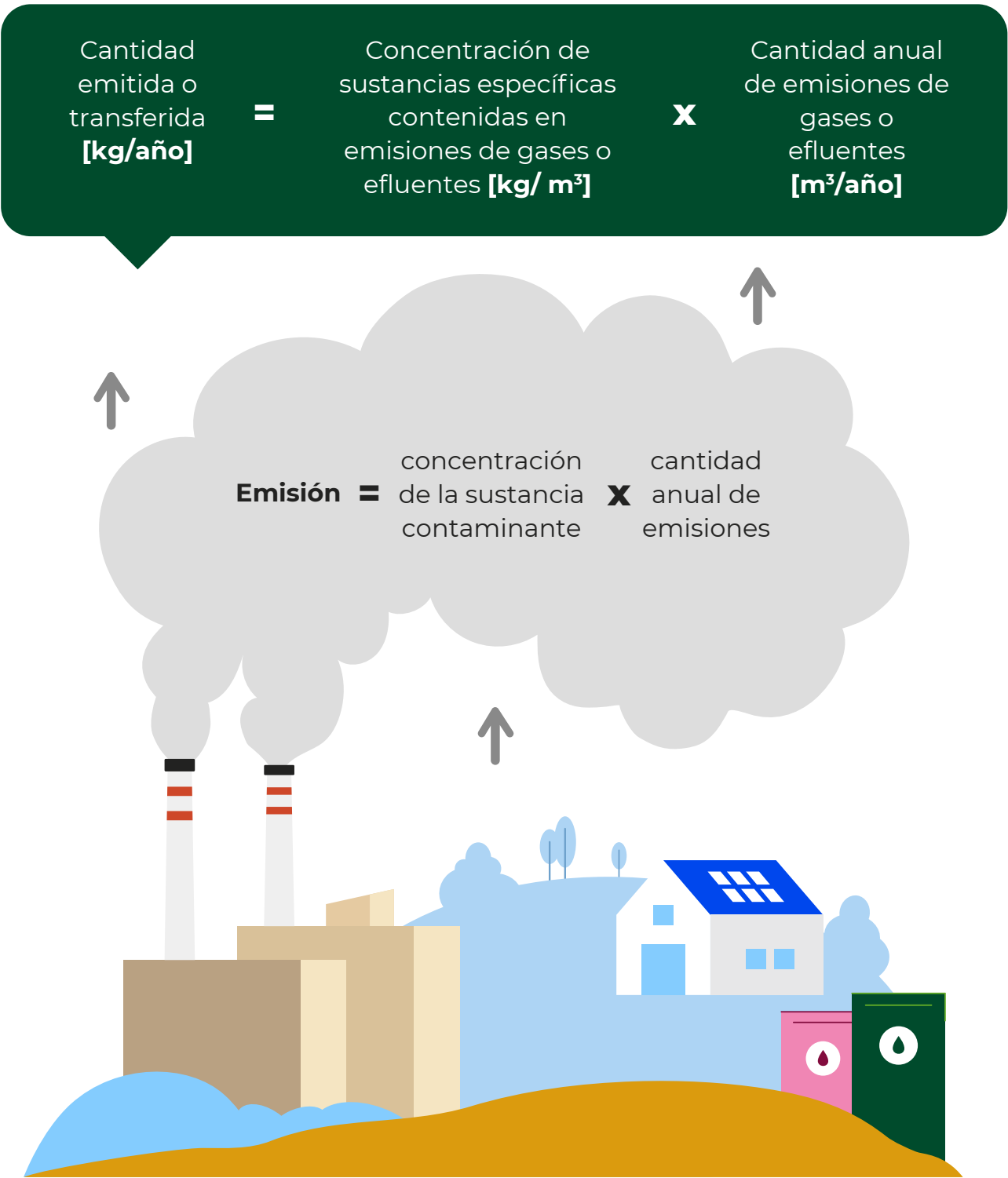


Ilustración 2
Estimación de emisión mediante medición directa



La Ecuación 2 presenta el cálculo general para la estimación de emisiones por medio de medición directa (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004):

Ecuación 2. Estimación de emisiones mediante medición directa

$$E = CS \times CA$$

donde:

E = emisión [kg/año]

CS = concentración de sustancias específicas contenidas en emisiones de gases o efluentes [kg/m³]

CA = cantidad anual de emisiones de gases o efluentes [m³/año]

Se considera una buena práctica examinar la representatividad de la muestra y la adecuación del método de medición. Asimismo, se recomienda utilizar aquellos métodos creados por organismos oficiales de normas y probados en el campo para determinar sus características operativas (IPCC, 2006a). No obstante, se debe considerar que estos métodos son diseñados bajo unas condiciones específicas, razón por la que se debe analizar cada contexto y determinar si son aplicables en cada caso particular.

Cuando se cuenta con más de una medición puntual, es posible estimar la emisión a partir del cálculo del promedio aritmético de la carga. Es decir, la estimación

de la emisión se obtiene con la suma de las cargas contaminantes (calculadas a partir de la multiplicación de la medición puntual por el flujo másico o volumétrico), dividida entre el número total de elementos sumandos. Una aplicación de esto se puede observar en el título 0 Ejemplo. Estimación de emisiones mediante medición directa (caracterización analítica). Esto aplica para emisiones al agua, al suelo, transferencias en aguas residuales y emisiones al aire excepto GEI y SCPM.

En aquellos casos en los que se cuente con varias medidas, se puede emplear la concentración media ponderada (Cmp) (Comunidad de Madrid, 2023), que se describe en la Ecuación 3.

Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón (2004).

Ecuación 3. Concentración media ponderada

$$C_{mp} = \frac{\sum (C_i \times Q_i)}{\sum Q_i}$$

donde:

- C_{mp} = concentración media ponderada por el caudal [mg/m³]
- C_i = concentración medida en el análisis/medición i [mg/m³]
- Q_i = caudal medido en el análisis/medición i [m³/hora]
- i = número de análisis/mediciones realizadas en el período de balance

El caudal medio se calcula mediante la siguiente ecuación (Comunidad de Madrid, 2023):

Ecuación 4. Caudal medio

$$Q_{medio} = \frac{\sum Q_i}{n}$$

donde:

- Q_{medio} = caudal medio [m³/hora]
- Q_i = caudal medido en el análisis/medición i [m³/hora]
- n = número de análisis/mediciones realizadas en el año
- n = número total de análisis/mediciones realizadas en el año

Una vez calculada la C_{mp} por el caudal, se puede estimar la emisión mediante la Ecuación 5 (Comunidad de Madrid, 2023).

Ecuación 5. Cálculo de emisión a partir de concentración media ponderada por el caudal

$$E = \frac{C_{mp} \times Q_{medio} \times n.^{\circ} \text{ de horas}}{10^6}$$

donde:

- E = emisión [kg/año]
- C_{mp} = concentración media ponderada por el caudal [mg/m³]
- Q_{medio} = caudal medio (media aritmética de los caudales medidos) [m³/hora]
- n.º de horas = número de horas de funcionamiento de la fuente de emisión en el período de balance [horas/año]
- 10⁶ = factor de conversión de mg a kg

El monitoreo, con excepción del monitoreo continuo, no en todas las situaciones es el método más adecuado, ya que este presenta una visión instantánea de las condiciones en las que se toma la muestra, que deben ser extrapoladas para representar todo el período de balance y adaptarse a diversas condiciones de operación. Para algunas emisiones y transferencias, el uso de otros

métodos bien establecidos, reconocidos y probados darían resultados incluso más precisos que el monitoreo, especialmente cuando no es posible o factible realizar monitoreo continuo (OECD, 2017).

A continuación, se presentan algunas ventajas, desventajas y consideraciones de la caracterización analítica o medición directa.

Ventajas

- Si los datos de monitoreo son buenos, la medición directa es probablemente la estimación más precisa de las emisiones y transferencias (UNITAR, 2020b).
- Si los datos del monitoreo son representativos de las condiciones operativas del período de balance, el monitoreo es la técnica más precisa para cuantificar las emisiones y transferencias (UNITAR, 2020b).

Desventajas

- Puede ser costoso, requerir equipo, capacitación y mantenimiento (UNITAR, 2020b).

- Monitorear cada emisión en la instalación no es práctico ni posible en la mayoría de los casos (UNITAR, 2020b).
- Se requiere la calibración permanente de los equipos que son utilizados en las mediciones.

Consideraciones

- Dado que la concentración puede variar mucho según las condiciones de trabajo, en algunos casos se debe utilizar una concentración media (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).
- Se debe asegurar la precisión y la exactitud de las mediciones en el transcurso del tiempo (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).



2.3

Medición indirecta

Para efectos de este documento, los métodos indirectos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias se dividen en cuatro categorías: factores de emisión, balance de masas, otros cálculos y estimado. El monitoreo indirecto se basa en el uso de datos recogidos habitualmente de una fuente de emisión o de factores que tienen una relación predecible con las emisiones, mas no de las emisiones directamente. Los métodos de determinación o estimación indirectos se fundamentan en las relaciones inherentes entre los parámetros del proceso y las emisiones generadas. Por ejemplo, las cantidades emitidas pueden ser estimadas con alta precisión para cualquier proceso en el que esas cantidades emitidas dependan directamente de las condiciones del proceso, midiendo las condiciones de este (OECD, 2024).

2.3.1 Factores de emisión

Un factor de emisión es un valor representativo que busca relacionar la cantidad de un contaminante liberado con una actividad específica asociada a la emisión de dicho contaminante (US EPA, 2023b); los factores de emisión son índices que pueden ser multiplicados por una tasa de actividad o por datos de producción para estimar las emisiones. Comúnmente se expresan en términos de peso del contaminante dividido por unidad de peso, volumen o duración de la actividad. En las diferentes actividades industriales, es común que los factores de emisión se reporten como masa de la sustancia emitida en relación con la unidad de masa del combustible o volumen de combustible utilizado (MinAmbiente, 2017).

Otras formas comunes de expresar los factores de emisión corresponden al peso de las sustancias químicas liberadas dividido por la tasa de producción. Por ejemplo, kilogramos de plomo liberados por tonelada de carbón quemado. En los casos en los que está disponible el factor de emisión apropiado, los factores de emisión son rápidos y fáciles de usar y pueden ser bastante precisos. Los establecimientos deben evaluar cada factor de emisión para determinar si es un factor apropiado para estimar las emisiones del proceso bajo análisis (UNITAR, n.d.).

El nivel de incertidumbre de las emisiones estimadas mediante el uso de factores de emisión previamente establecidos dependerá del nivel de similitud entre las fuentes por evaluar y las fuentes para las que se estableció el factor de emisión, incluyendo aspectos como diseño, tecnología, marca, combustible, condiciones de operación, mantenimiento y desgaste (MinAmbiente, 2017).

La Ecuación 6 presenta el cálculo general para la estimación de emisión por medio de factores de emisión con y sin sistemas de control de emisiones (MinAmbiente, 2017; US EPA, 2023a).

Ecuación 6. Estimación de emisión por medio de factores de emisión con sistema de control

$$E = A \times F_E \times \left(1 - \frac{E_R}{100}\right)$$

donde:
E = emisión
A = tasa de actividad o cantidad anual manejada
F_E = factor de emisión
E_R = eficiencia general de reducción de emisiones

En los casos en los que no se han implementado medidas para la reducción de emisiones, el cálculo sería como se

muestra a continuación, en la Ecuación 7 (MinAmbiente, 2017; US EPA, 2023a).

Ecuación 7. Estimación de emisión por medio de factores de emisión sin sistema de control

$$E = A \times F_E$$

donde:

E = emisión

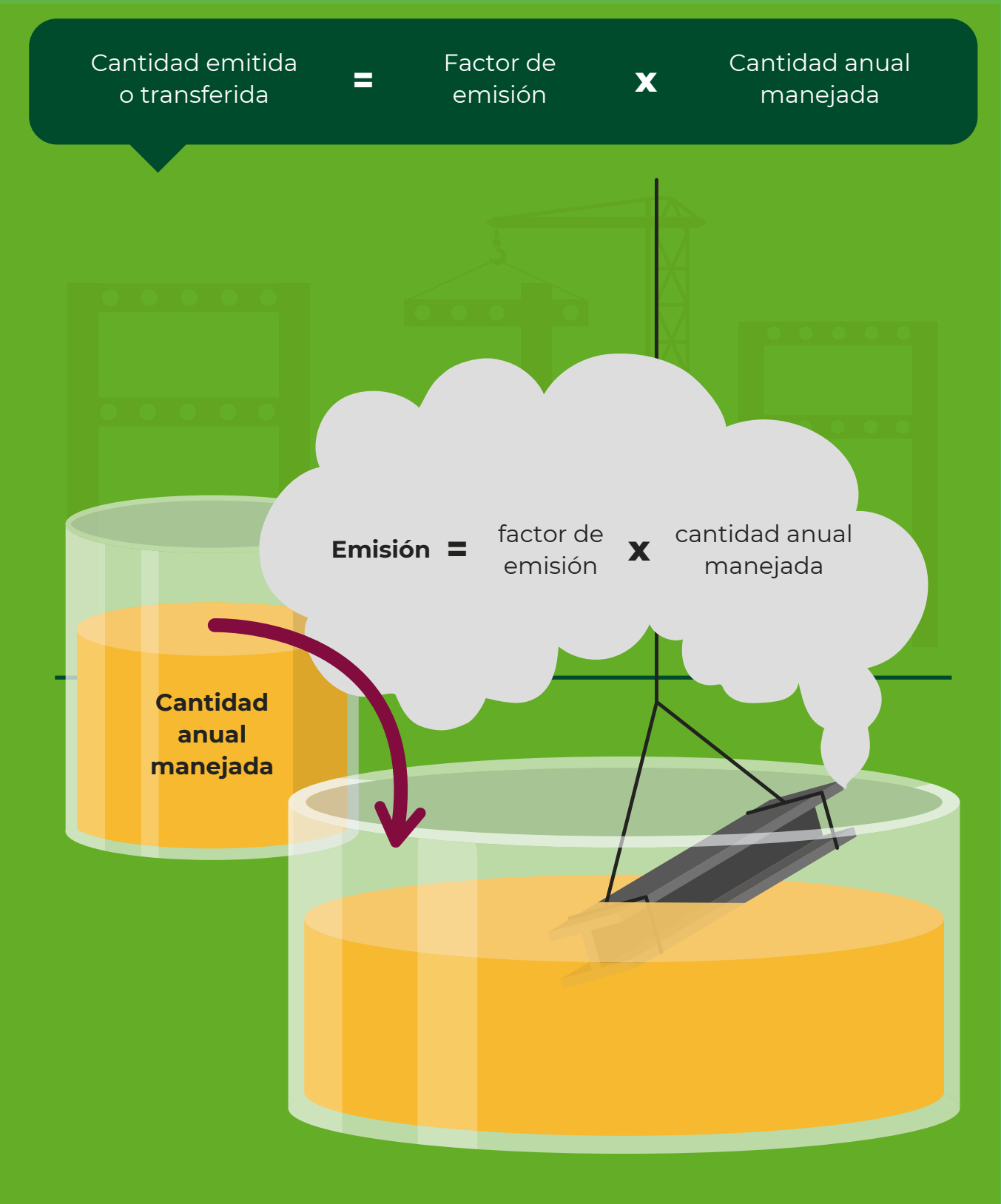
A = tasa de actividad o cantidad anual manejada

F_E = factor de emisión

Los factores de emisión emplean diversas unidades. Por ejemplo, es posible encontrar, entre muchos otros, factores de emisión dados en lb/ton para SO_x y NO_x derivados de combustibles de carbón (US EPA, 2023a), así como factores de emisión en kg de CH₄/t de etileno producido para la producción de etileno (IPCC, 2006b), por lo que se debe prestar particular atención a la coherencia de las unidades empleadas.

En otro ejemplo del sector energético y la aplicación de la Ecuación 6 y la Ecuación 7, el consumo de combustible correspondería a los datos de la actividad, mientras que la masa de dióxido de carbono emitida por unidad de combustible consumido sería un factor de emisión (IPCC, 2006a). La Ilustración 3 muestra el cálculo de la estimación mediante factor de emisión.

Ilustración 3
Estimación de emisión mediante factores de emisión



Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón (2004).

El uso de factores de emisión es el método más común de estimación de emisiones al aire para fuentes puntuales. Las emisiones son estimadas con base en la producción o al nivel de actividad de la fuente, a partir de las cuales las emisiones son calculadas usando factores de emisión existentes. Este método es ampliamente utilizado debido a su economía y a la disponibilidad de referencias confiables (UNECE, 2008).

A continuación, se realiza una descripción de algunas de las ventajas, desventajas y consideraciones de la utilización de factores de emisión.

Ventajas

- Los factores de emisión son rápidos y fáciles de usar (OECD, 2024; UNITAR, 2020b).
- La cuantificación por factor de emisiones es un procedimiento sencillo que permite estimar las emisiones de un proceso o fuente fija con base en las cantidades producidas y particularmente del factor de emisión adecuado para el proceso que se está evaluando (MinAmbiente, 2021b).
- Los factores de emisión más utilizados requieren solo dos datos: la cantidad de válvulas, accesorios, bombas y compresores, y los productos químicos que fluyen a través de ellos (UNITAR, 2020b).
- Los factores de emisión son útiles para estimar pequeñas cantidades de emisiones

que podrían pasarse por alto mediante el balance de masas (UNITAR, 2020b).

- Las emisiones estimadas a partir de los factores de emisión también pueden ser bastante precisas si se realizan para los productos químicos adecuados en procesos específicos (UNITAR, 2020b).

Desventajas

- La mayoría de los factores de emisión publicados para las tasas de fugas se aplican únicamente a las sustancias químicas orgánicas. Existen muy pocos datos sobre los factores de emisión para las sustancias químicas inorgánicas (UNITAR, 2020b).
- La principal limitación es que no están disponibles para todos los procesos o productos químicos y no todas las fuentes están diseñadas u operadas de la misma manera (UNITAR, n.d.).
- Dependen de las condiciones del proceso o de las tecnologías empleadas.

Consideraciones

- Cuando se utilice un factor de emisión que figure en manuales creados por asociaciones industriales, se debe examinar cuidadosamente si es aplicable para el cálculo de la situación particular que se está analizando (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).

→ Dado que la liberación depende de la cantidad manipulada, los esfuerzos por limitar las emisiones pueden no verse reflejados en el resultado del cálculo (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004). Para subsanar esta situación, se debe considerar la eficiencia general de reducción de emisiones.

2.3.2 Balance de masas

Los balances de masas involucran la cuantificación de un flujo de material que entra y sale en un proceso, en el que las diferencias entre estos flujos se asumen como descargas al ambiente, con el fin de estimar de manera indirecta la emisión de sustancias contaminantes (MinAmbiente, 2017).

Los balances de masa se fundamentan en la ley de conservación de la materia. Según esta, la cantidad de sustancias químicas que entran al proceso es igual a la cantidad que sale, por lo que las emisiones o transferencias se estiman con base en la diferencia entre la entrada

y la salida de materiales. Las cantidades de insumos y productos a menudo ya están cuantificadas en el establecimiento por motivos comerciales. Por ejemplo, los insumos incluyen la cantidad de materiales que se han ingresado al establecimiento y las salidas incluyen la cantidad de sustancias químicas en los productos (UNITAR, n.d.).

La cantidad emitida o transferida se calcula restando la cantidad descargada como productos y otras cantidades emitidas o transferidas. Estas se calculan utilizando mediciones reales y factores de emisión, de la cantidad anual de la sustancia especificada manipulada. Después de calcular todas las descargas, se debe comparar la cantidad manejada y la suma de las cantidades liberadas/transferidas y verificar si las estimaciones son correctas (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).

La ecuación básica para estimar las emisiones mediante balance de masas se presenta a continuación (MinAmbiente, 2017):

Ecuación 8. Estimación de emisiones mediante balance de masas

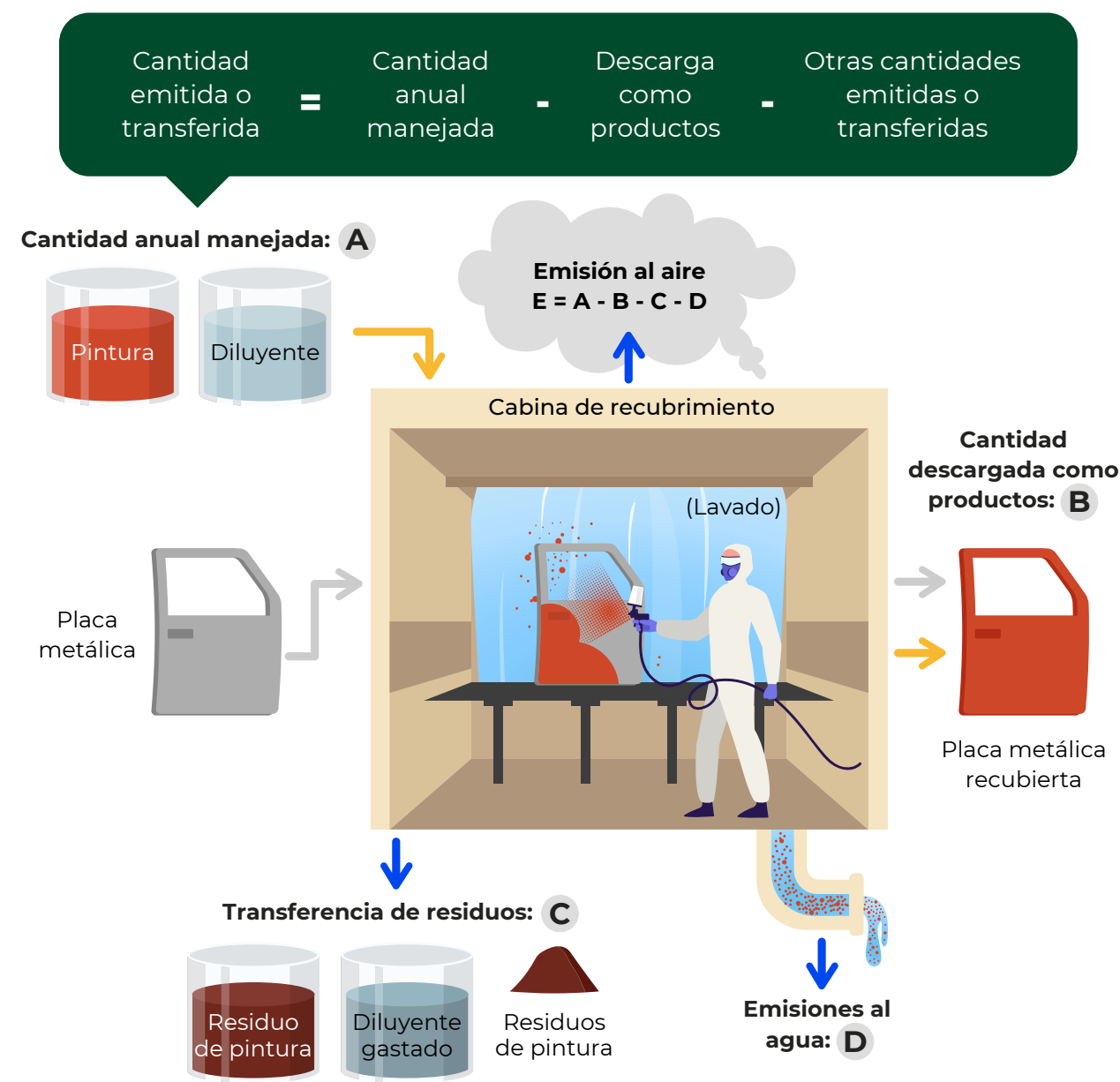
$$E = ME - MS$$

donde:
E = emisión [kg/año]
ME = masa que entra al proceso [kg/año]
MS = masa que sale del proceso [kg/año]

En los casos en donde se presenten otras emisiones o transferencias, estas también deben contemplarse dentro de la estimación. La Ilustración 4 presenta la estimación de emisiones mediante balance

de masas, mostrando la relación entre la cantidad anual manejada, las salidas como productos y otras cantidades emitidas o transferidas.

Ilustración 4
Estimación de emisión mediante balance de masas



Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón (2004).

El balance de masas también puede proporcionar estimaciones confiables de emisiones promedio para fuentes específicas. En el caso de algunas fuentes, el balance de masas puede proporcionar una mejor estimación de las emisiones que el uso de factores de emisión. En términos generales, los balances de masas son apropiados para aquellos casos en las que se pierde un alto porcentaje de material en la atmósfera (por ejemplo, azufre en combustible o pérdida de solvente en un proceso de recubrimiento no controlado) (US EPA, 2023b).

Por el contrario, los balances de masas pueden no ser la mejor opción cuando el material se consume o se combina químicamente en el proceso, o cuando las pérdidas a la atmósfera son una pequeña porción del rendimiento total del proceso (por ejemplo, técnica de curado UV en el proceso de recubrimiento). Al usar balance de masas como método de estimación, es necesario tener en cuenta todos los materiales que entran y salen del proceso para que una estimación de emisiones de este tipo represente las condiciones reales (US EPA, 2023b).

A continuación, se realiza una descripción de algunas ventajas, desventajas y consideraciones de la utilización del balance de masas.

Ventajas

- Es un método importante en actividades industriales en las que en sus procesos se generan emisiones fugitivas o en las que se pierde un alto porcentaje de los materiales en el aire; por ejemplo, en aquellas actividades que emplean Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) en sus procesos (MinAmbiente, 2017).
- En el caso de los COV, el grado de precisión de este método, comparado con el uso de factores de emisión, es más conveniente puesto que evita sobreestimación o subestimación de las emisiones (MinAmbiente, 2021b).
- Eficaz para determinar el flujo de la sustancia especificada en las instalaciones y en todo el proceso (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).
- La estimación se puede realizar a bajo costo porque el método se basa en un cálculo matemático (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004; UNITAR, 2020b).
- La cantidad manipulada o las transferencias se pueden evaluar mediante el uso de las fichas de datos de seguridad de los productos (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).
- Es un método flexible para estimar las emisiones que es posible aplicar a múltiples emisiones y transferencias (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).

Desventajas

- Los resultados son tan precisos como los valores de entrada y salida empleados, por lo que pequeños errores o incertidumbres en las cantidades de insumos o productos pueden marcar una gran diferencia en las emisiones o transferencias estimadas (UNITAR, 2020b).
- Para grandes entradas y salidas, un balance de masas puede no ser el mejor método de estimación, porque pequeñas incertidumbres en los cálculos de masas pueden producir errores significativos en las estimaciones de emisiones y transferencias (OECD, 2017).
- Si las emisiones son pequeñas, el balance de masas puede pasarlas por alto (UNITAR, 2020b).

Consideraciones

- Se requiere de información detallada de las entradas y salidas presentes en cada uno de los procesos y en cada una de las fuentes involucradas, durante un período determinado (MinAmbiente, 2017).
- Se puede obtener un resultado más preciso si se utiliza el método para calcular la cantidad emitida al medio al que se libera una mayor cantidad (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).
- Dado que el resultado depende de la precisión de la cantidad anual manipulada, la cantidad extraída y otras descargas, los

errores deben mantenerse lo más bajos posible (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).

- Cuando el equipo de control de emisiones (por ejemplo, un precipitador electrostático) se instala en la salida (chimenea u otras salidas) al ambiente, se debe calcular la descarga después del control, multiplicando el resultado del cálculo por la tasa de eliminación del equipo de control de emisiones o restando la cantidad eliminada por el equipo de la cantidad anual manipulada (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).
- Las sustancias específicas generadas como subproducto de los procesos de, por ejemplo, secado/horneado deben incluirse en la cantidad anual manipulada al realizar el cálculo (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).
- Este método puede aplicarse cuando los flujos de entrada y salida son claramente identificados (MinAmbiente, 2017).

2.3.3 Otros cálculos

Dentro de los métodos indirectos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias, la categoría “otros cálculos” abarca varios métodos como monitoreo indirecto (o monitoreo paramétrico), uso de modelos, y factores de emisión no vinculados con compuestos químicos específicos (*non-chemical specific*

emission factors), agrupados muchas veces bajo la categoría “cálculos de ingeniería” (OECD, 2024).

Monitoreo indirecto

El monitoreo indirecto, también denominado monitoreo paramétrico, implica el uso de datos recopilados rutinariamente de una fuente de emisión o de factores que tienen una relación predictiva conocida con las emisiones, y no de las emisiones en sí. Los métodos de monitoreo indirecto se basan en las relaciones entre los parámetros del proceso y las emisiones resultantes (OECD, 2017). Por ejemplo, la concentración de la sustancia especificada en los gases emitidos o efluente se estima en función de la presión de vapor saturado, la solubilidad en agua, etc., que se multiplica por la cantidad de gas emitido o efluente (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).

El monitoreo paramétrico es el monitoreo de parámetros o condiciones de operación clave medibles correlacionados con las emisiones (como la presión). Los parámetros de operación son monitoreados por termopares, medidores de presión diferencial u otra instrumentación (MinAmbiente, 2017).

En ocasiones, el seguimiento regular de ciertos contaminantes puede servir para reflejar otros contaminantes mediante el

uso de promedios proporcionales o por medio de alguna condición conocida asociada con la fuente (UNITAR, n.d.). El monitoreo paramétrico implica medir de forma indirecta las emisiones a través del control de parámetros clave correlacionados con el estado de funcionamiento del equipo de control de emisiones o el proceso (por ejemplo, la presión). Utilizar monitoreo basado en parámetros puede ofrecer alternativas más flexibles y asequibles en comparación con los sistemas de monitoreo continuo (MinAmbiente, 2017).

Los datos de monitoreo indirecto pueden estar disponibles en el establecimiento, por ejemplo, en un proceso para el cual la liberación depende directamente de la temperatura y la presión dentro de un reactor. En muchas ocasiones, el desempeño y la calidad del producto pueden estar influenciados por dichos parámetros, por lo que es importante monitorearlos regularmente durante la producción. Esos mismos factores pueden posteriormente ser utilizados para calcular la emisión y otras cantidades que deben ser reportadas (OECD, 2017).

Para un proceso del cual se conozcan de manera clara sus características, se puede emplear monitoreo indirecto para generar estimaciones de emisiones y transferencias que sean casi tan precisas como las mediciones directas, pero a un costo mucho menor, para determinadas fuentes

o compuestos químicos. Normalmente, se emplea el monitoreo paramétrico para recopilar la cantidad suficiente de mediciones que reflejen de forma precisa las condiciones promedio en el proceso. En ocasiones, las mediciones regulares de algunas sustancias químicas podrían reemplazar a otras usando proporciones promedio o condiciones relacionadas con la fuente. La medición de una sustancia química específica se define generalmente como monitoreo; en contraste, la medición de un tipo de sustancia química, como la concentración de sustancias químicas orgánicas volátiles, se clasifica como monitoreo indirecto (OECD, 2017).

Por ejemplo, un dispositivo de tratamiento térmico diseñado para el control de COV demuestra cumplimiento con una eficiencia de destrucción de COV mayor a 90 %, siempre que el dispositivo mantenga una temperatura de 1.800 °F. Esta correlación entre la temperatura del dispositivo y la reducción de las emisiones se establece mediante monitoreo periódico (por ejemplo, pruebas anuales de cumplimiento). Para este dispositivo en particular, el monitoreo paramétrico permite el uso del monitoreo de la temperatura del dispositivo en lugar del monitoreo de COV una vez se ha

establecido la correlación entre temperatura y la destrucción de COV (Charles Mussatti, 2002).

Modelación

Otro método de estimación implica la creación o el uso de un modelo particular para cada proceso, sustituyendo el conocimiento sobre las entradas y salidas de un sistema por la predicción (probabilidad) de lo que podría ocurrir con una entrada o salida dentro del sistema modelado. Mientras que un modelo de balance de masa de un tanque de almacenamiento probablemente abordaría la entrada y la salida para estimar las pérdidas por evaporación, un modelo específico para cada proceso podría sustituir el conocimiento sobre las presiones dentro del tanque, la presión de vapor del líquido en el tanque y los parámetros operativos de las válvulas de alivio. Existe una amplia gama de modelos posibles para un sistema, y su precisión requiere una buena base de conocimiento teórico y datos empíricos para describir las reacciones y procesos de transferencia de masa en el sistema modelado (OECD, 2017).

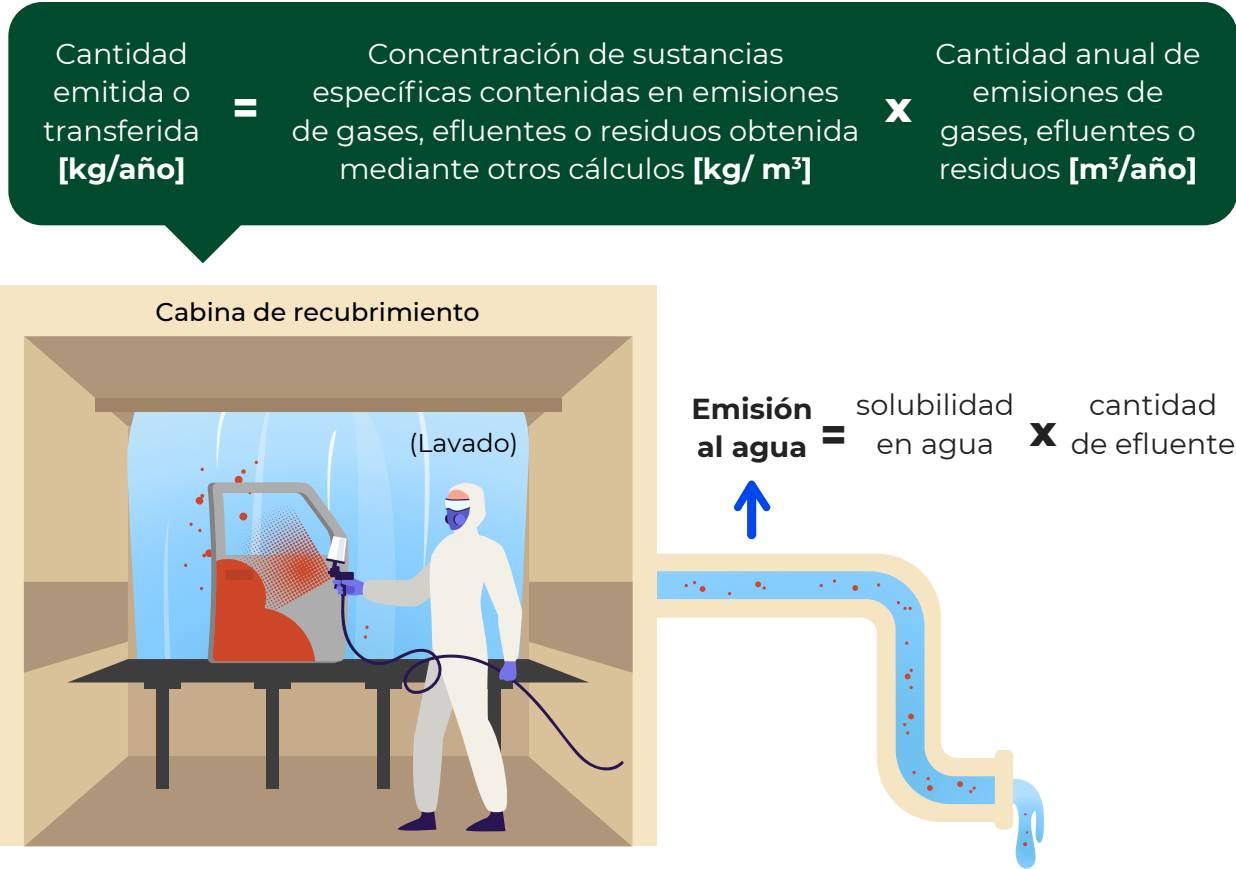
Factores de emisión no vinculados con compuestos químicos específicos

Los factores de emisión no vinculados con compuestos químicos específicos son establecidos por la industria para procesos o equipos. Un ejemplo del uso de estos factores es la estimación de emisiones fugitivas de una categoría de sustancias químicas, como COV de diferentes fuentes. Los factores de emisión utilizados para determinar las liberaciones de COV

totales están disponibles para fuentes como válvulas, bridas, sellos de bombas, sellos de compresores, desagües, torres de enfriamiento, etc. Las emisiones totales de COV, combinadas con el conocimiento del proceso sobre la concentración de varios COV, se pueden utilizar para estimar la cantidad de sustancias químicas individuales (OECD, 2017).

En la Ilustración 5, se presenta la estimación de emisiones mediante otros cálculos.

Ilustración 5
Estimación de emisiones mediante otros cálculos



A continuación, se realiza una descripción de algunas ventajas, desventajas y consideraciones de la utilización de otros cálculos:

Ventajas

- Los datos para el cálculo se pueden obtener de varios manuales (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).
- El costo es bajo en comparación con la medición directa (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).
- Proporcionan un método práctico para desarrollar estimaciones de emisiones de manera rápida y económica (UNITAR, 2020b).

Desventajas

- Tienen el potencial de generar errores e inconsistencias (UNITAR, 2020b).

Consideraciones

- Usualmente se requieren conocimientos de ingeniería química para ajustar las condiciones, como temperatura, a la situación real (Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón, 2004).

2.3.4 Estimado

Como parte de los métodos indirectos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias, la categoría «estimado» incluye métodos como la mejor estimación a partir de los datos disponibles (criterio de ingeniería); técnicas basadas en propiedades físico-químicas, combinaciones de técnicas (por ejemplo, criterio de ingeniería y monitoreo), la aplicación de otras técnicas como factores de emisión predeterminados, etc. (OECD, 2024).

La estimación de emisiones y transferencias, también denominada estimación de ingeniería, es un método que se basa en el conocimiento del establecimiento sobre los procesos que se llevan a cabo en sus instalaciones. Los tipos comunes incluyen el uso de especificaciones de equipos como la tasa de remoción o la eficiencia del proceso. Por ejemplo, si una cámara de filtros (filtros de manga) está diseñada para eliminar el 99 % de las partículas de una corriente de aire, entonces se liberará el 1 % de la sustancia contaminante al aire. Igualmente, las propiedades físicas, químicas y de equilibrio de las sustancias químicas se pueden utilizar para estimar

las emisiones de un proceso en el que se conocen esas propiedades. A menudo, las estimaciones de ingeniería son la única manera de estimar ciertas emisiones pequeñas debido a que la medición puede ser difícil y los balances de masa demasiado inciertos (UNITAR, n.d.).

Las estimaciones también hacen referencia a las emisiones y transferencias de contaminantes que son determinadas a partir de opiniones de expertos y que no están basadas en referencias disponibles públicamente. La indicación “estimación” aplica también para las experiencias o suposiciones a partir metodologías de determinación de emisiones de las que no existen métodos o guías de buenas prácticas a escala internacional (UNECE, 2008).

Este enfoque se basa en evaluaciones informadas y con base en la experiencia directa de los procesos en el establecimiento, y se utiliza principalmente cuando se considera que ninguno de los métodos de estimación más explícitos sea aplicable para una fuente o categoría de fuentes en particular (OECD, 2024).

Con frecuencia, el criterio de ingeniería se aplica para realizar estimaciones de un componente contaminante suponiendo que la tasa de emisión es proporcional a otro componente para el que se utilizó un método más preciso. Por ejemplo, se tiene la siguiente situación (OECD, 2024):

- Las emisiones de un tipo particular de disolvente orgánico reactivo utilizado en un proceso pueden estimarse rutinariamente como parte de otro programa ambiental específico.
- El reactivo utilizado en el proceso puede incluir un aditivo que actúa como conservante.
- El aditivo, que estaría presente en una pequeña concentración y no estaría involucrado en el proceso, no sería de tanto interés como el compuesto orgánico reactivo.
- Las emisiones del aditivo podrían estimarse en proporción a la estimación de emisiones para el compuesto orgánico reactivo.
- Este tipo de estimación se consideraría criterio de ingeniería.

La OCDE (2024) menciona que existen muchos métodos posibles de criterios de ingeniería que podrían desarrollarse dependiendo de las particularidades de los procesos y las fuentes específicos de cada establecimiento, por lo que no es posible abarcarlos en este documento. Sin embargo, existe una probabilidad de que los métodos de evaluación de ingeniería similares resulten obvios en circunstancias particulares a medida que surjan. Asimismo, aclara que no existe una manera sencilla de caracterizar la aplicación de evaluaciones de ingeniería a diferentes medios de liberación.

A continuación, se realiza una descripción de algunas ventajas, desventajas y consideraciones de la utilización de «estimado»:

Ventajas

- Las estimaciones de ingeniería ofrecen un método para desarrollar estimaciones de liberación de manera rápida y económica cuando otros métodos no son prácticos o posibles (OECD, 2024).
- Las herramientas de cálculo de ingeniería están disponibles en una amplia variedad de fuentes, incluidos fabricantes de equipos, libros de texto y manuales de ingeniería (UNITAR, 2020b).
- Son una forma económica de estimar las emisiones y pueden ser bastante sofisticadas y precisas según la aplicación, pero especialmente para pequeñas cantidades de emisiones (UNITAR, 2020b).
- Se pueden emplear propiedades físicas, químicas y de equilibrio de los productos químicos en ausencia de mediciones (OECD, 2024).
- Las correlaciones de cálculo de ingeniería para pérdidas de tanques de almacenamiento se utilizan comúnmente y son la mejor forma de estimar las pérdidas de almacenamiento (UNITAR, 2020b).

- Existe una amplia gama de herramientas de cálculo de ingeniería para muchas aplicaciones, incluido el material que queda en contenedores vacíos, las pérdidas por evaporación y las pérdidas de las plantas de tratamiento de agua (UNITAR, 2020b).
- Estos son el tipo de cálculos que los ingenieros químicos y mecánicos están capacitados para realizar (UNITAR, 2020b).
- Las instalaciones pueden utilizar las especificaciones de eficiencia de los equipos de control de la contaminación, como depuradores, absorbedores, ciclones, filtros de mangas y otros filtros, como base para estimar las descargas de aire cuando se conocen las tasas de remoción (OECD, 2024).

Desventajas

- Muchas de las herramientas de cálculo de ingeniería, como las eficiencias publicadas y las tasas de eliminación, son promedios para muchas aplicaciones y deben elegirse con cuidado (OECD, 2024).
- Muchas herramientas de cálculo a veces se aplican de forma inadecuada a fuentes que se utilizan de forma diferente a las fuentes que se utilizaron para desarrollar el modelo (OECD, 2024).
- En algunos casos, estos métodos pueden requerir algunos tipos

específicos de información que pueden no estar fácilmente disponibles para el desarrollador del inventario (OECD, 2024).

- El principal inconveniente de los cálculos de ingeniería es que se pueden pasar por alto fuentes de emisión, ya que los ingenieros trabajan con papel en lugar de recopilar datos directamente del equipo (OECD, 2024).

Consideraciones

- Comunicarse con los fabricantes de los equipos utilizados puede permitir obtener especificaciones útiles para cálculos de ingeniería (OECD, 2024).
- Se recomienda consultar los manuales de ingeniería y los documentos de orientación específicos de la industria y de productos químicos de la US EPA para obtener ejemplos de cálculos de ingeniería y correlaciones de uso común (OECD, 2024).
- Los sistemas de tratamiento de aguas residuales a veces son tan eficientes

que las concentraciones de sustancias químicas que se sabe que están presentes en la corriente de aguas residuales son indetectables y deben estimarse mediante cálculos de ingeniería. Las instalaciones suelen utilizar la mitad del límite de cuantificación de la sustancia química (cantidad mínima detectable) como base para el cálculo de ingeniería de sustancias químicas indetectables. A continuación, esta concentración se multiplica por el caudal de agua para obtener la cantidad descargada (OECD, 2024).

- Es recomendable comunicarse con las asociaciones industriales para obtener correlaciones adicionales y consejos de uso (OECD, 2024).
- Se basa en la experiencia del estimador, el conocimiento de las operaciones de las instalaciones (como los procesos involucrados y las características del diseño), y la comprensión de las leyes físicas y químicas aplicables (OECD, 2024).

2.4

Posibles fuentes de información para identificar las sustancias o residuos que se generan en el establecimiento

Para estimar las emisiones, los establecimientos deben comenzar por identificar qué sustancias químicas se usan o se producen y cuáles sustancias se pueden liberar o emitir. Por cada emisión y transferencia identificada que sea sujeta a reporte en el RETC, el establecimiento seleccionará el o los métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias más adecuados.

La recolección de distintos tipos de información para los informes del RETC puede resultar desafiante para los establecimientos, especialmente al principio. A veces, las empresas pequeñas y medianas no han recopilado previamente los datos requeridos o en ocasiones puede ocurrir que las grandes organizaciones no tienen la experiencia necesaria para recopilar datos en el campo industrial requeridos por el RETC. En este sentido, una primera aproximación al nivel de establecimientos consiste en desarrollar y mantener registros para que sean la base para obtener y presentar datos para el RETC.

De acuerdo con las experiencias internacionales, las empresas consideran que el primer paso consiste en crear un sistema que permita llevar registros de los productos químicos y materias primas utilizadas y sus características, para el diligenciamiento del RETC (UNITAR, 2020a);:

- hojas de datos de seguridad de los productos químicos
- órdenes de compras y ventas
- datos sobre la producción y el uso de fabricación
- consumo de combustibles

Las instalaciones a menudo miden la composición de los flujos de residuos por razones distintas a la presentación de informes RETC. Estas pueden incluir el control de procesos, la medición de la exposición de los trabajadores o el cumplimiento de requisitos gubernamentales (OECD, 2014; UNITAR, 2020b). Usualmente, algunos de los datos empleados para calcular las cantidades de emisiones y transferencias están disponibles

en los establecimientos o pueden obtenerse mediante un esfuerzo mínimo. Entre otros, cabe señalar los siguientes (UNITAR, 2020b):

- **Datos derivados del cumplimiento de obligaciones ambientales.** Información disponible acerca de los volúmenes de emisiones y descargas directas de sustancias sujetas a reporte y no sujetas a reporte, incluyendo información recopilada para cumplir con otros requisitos de informes ambientales. Es posible que la información sobre descargas de ciertas sustancias pueda ser usada directamente para informes del RETC. Otra información ambiental podría ser útil para calcular las cantidades emitidas, como los vertidos totales, las concentraciones y propiedades como el pH o la conductividad eléctrica.
- **Datos de seguimiento de condiciones ambientales.** Información obtenida por medio de la vigilancia de las condiciones ambientales, como las mediciones de los niveles en el aire ambiente, con el objetivo de garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo.
- **Datos provenientes de los inventarios.** Información acerca del inventario de materiales, incluyendo la cantidad de sustancias que entran, se producen y se consumen en las instalaciones, así como aquellas transportadas como productos, junto con datos de inventario para sustancias. Estos se pueden usar para

calcular la cantidad total de sustancias con el objetivo de verificar si la instalación cumple con los requisitos mínimos para reportar, además de determinar la cantidad de emisiones y transferencias.

- **Datos de procedimientos.** Información sobre el procedimiento, como materiales utilizados y resultados obtenidos en cada etapa de fabricación, junto con fuentes concretas de emisiones y transferencias de residuos fuera del sitio. Esto incluye también una lista de los equipos, ya que algunas emisiones fugitivas en el aire pueden ser determinadas según la cantidad de, por ejemplo, compresores, válvulas y accesorios utilizados en los procesos.
- **Datos provenientes de actividades complementarias a los procedimientos.** Elementos no pertenecientes al proceso, como los productos usados para limpieza y mantenimiento de espacios y equipos. La mayoría de los productos de limpieza generan emisiones directas por la forma en que se usan.
- **Datos de ingeniería.** Información básica sobre ingeniería, que abarca características de equipos, referencias generales para procesos específicos, y detalles sobre las propiedades físicas y químicas de sustancias sujetas a reporte. Estos datos se utilizan para calcular la pérdida de cantidades y de eficiencia, especialmente en ausencia de datos de control.

→ **Datos sobre las especificaciones de los materiales y los productos, incluyendo las hojas de datos de seguridad.** Esta

información podría ser útil para reconocer la estructura de los materiales y sustancias químicas utilizadas en el establecimiento.

→ **Referencias generales sobre estimaciones de emisiones.** La

mayoría de las fuentes son publicaciones gubernamentales de países con sistemas de RETC, accesibles de forma gratuita o a bajo costo.

Generalmente los responsables del cumplimiento de las normas ambientales al interior del establecimiento no son los encargados de recopilar todos estos tipos de datos. Es muy probable que el personal responsable del área ambiental del establecimiento recolecte información para cumplir con otras obligaciones de informe, además de datos generados por las inspecciones realizadas en las instalaciones. Por tanto, se requiere que otras áreas o departamentos apoyen la obtención de tipos de información adicionales y necesarios para reportar los datos destinados al RETC. Un ejemplo de esto son las actividades realizadas por el departamento de compras, que suele contar con la información sobre los materiales que ingresan en el establecimiento, mientras que, típicamente, la información relativa a los productos de salida estará a cargo del área de envíos, ventas o contabilidad. La información sobre las posibles fuentes de emisiones puede ser

conseguida a través del personal a cargo de los procesos o productos mediante los datos de las operaciones de rutina (UNITAR, 2020b).

Las grandes empresas generalmente tienen los conocimientos técnicos adecuados y la información necesaria para presentar los informes al RETC. En esta situación, principalmente involucra una labor de estructuración que necesita establecer conexiones estrechas entre las áreas del establecimiento mediante una coordinación más efectiva y una asignación precisa de las responsabilidades. No solo deben participar los programas de ambiente, seguridad y salud en el trabajo. La colaboración de los departamentos de producción, compras, contabilidad, ingeniería y sistemas técnicos es requerida para la presentación de los reportes para el RETC (UNITAR, 2020a).

Los establecimientos deben adoptar acciones prácticas para adquirir los datos, que pueden también ser ajustados o perfeccionados mediante el monitoreo de ciertos puntos de incertidumbre en el futuro (UNITAR, 2020b).

Los pasos generales para determinar los datos de una emisión o transferencia consisten en preparar un diagrama de flujo; identificar las sustancias químicas y las posibles fuentes de emisión; identificar los tipos de emisiones y transferencias; y determinar el método de estimación más apropiado (OECD, 2017).

Elaborar un diagrama de flujo de procesos permitirá identificar las posibles fuentes y tipos de sustancias químicas emitidas al ambiente, y transferidas fuera del establecimiento. De acuerdo con la complejidad del proceso productivo o servicio, un diagrama de flujo por procesos u operaciones unitarias puede ser más apropiado que un diagrama de toda la operación que se lleva a cabo en el establecimiento. El diagrama de flujo debe representar la circulación de los materiales en los procesos y señalar los puntos de entrada, generación y salida de materiales. Examinar cada operación por separado permitirá determinar qué sustancias químicas se utilizan y el medio al que pueden emitirse o gestionarse como residuos o aguas residuales. Identificar todos los posibles puntos de emisiones y transferencias ayudará a las instalaciones a determinar las cantidades de sustancias químicas emitidas y transferidas (OECD, 2017).

Después de la elaboración del diagrama de flujo del proceso, es necesario identificar

las fuentes de sustancias químicas de cada proceso unitario. Esto normalmente incluye actividades no rutinarias y de mantenimiento. Algunas fuentes potenciales se presentan a continuación (OECD, 2017):

- derrames y emisiones accidentales
- dispositivos de control de la contaminación del aire (por ejemplo, filtros de mangas o precipitadores electrostáticos)
- prácticas de limpieza y mantenimiento
- subproductos de la combustión
- residuos de contenedores
- corrientes de descarga del proceso
- equipos de bombeo
- subproductos del reciclaje y la recuperación de energía
- válvulas de alivio
- ventilaciones del proceso
- pérdidas en pilas de almacenamiento
- tanques de almacenamiento
- escorrentía de aguas pluviales
- chimeneas de torres
- lodos de tratamiento
- volatilización del proceso o tratamiento
- vertimientos de tratamiento de residuos.

Posteriormente, es necesario identificar las sustancias químicas emitidas o gestionadas como residuos para cada fuente identificada. Para esta actividad, se requiere un conocimiento detallado de las operaciones y los procesos del establecimiento. Adicionalmente, se deben considerar los productos químicos que se generan de manera no prevista en las operaciones de la instalación (por ejemplo, durante la combustión) (OECD, 2017).

Para cada fuente identificada de sustancias químicas, el siguiente paso consiste en examinar todos los posibles tipos de emisiones al aire, al agua y al suelo, así como las transferencias en aguas residuales y en residuos peligrosos. Al identificar los tipos de emisiones y transferencias, el establecimiento debe asegurarse de incluir tanto las actividades de rutina como los posibles derrames accidentales.

Una instalación puede tener emisiones atmosféricas fugitivas y por chimenea, descargas a cuerpos de agua, emisiones al suelo y transferencias fuera del sitio para el tratamiento de residuos y aguas residuales, entre otros procesos (OECD, 2017), por lo que todos estos flujos de materiales deben ser considerados.

Una vez identificadas todas las posibles fuentes y tipos de transferencia, así como otras cantidades sujetas a reporte en el RETC, se deben calcular las cantidades de cada sustancia química transferida, emitida o eliminada. Si bien muchos programas RETC no exigen que las instalaciones realicen muestreos o pruebas para realizar los informes, por lo general se les exige que utilicen la mejor información disponible o, cuando esos datos no estén fácilmente disponibles, estimaciones razonables para determinar el método que dará como resultado el cálculo más preciso. Por ejemplo, puede que no sea adecuado utilizar factores de emisión o cálculos de ingeniería si se dispone de datos más precisos, como los resultados de los muestreos isocinéticos en condiciones representativas del proceso (OECD, 2017).

Existen muchas fuentes potenciales de datos para la aplicación de los métodos de estimación de emisiones y transferencias. En la Tabla 2 se presentan algunas de las posibles fuentes de datos y bajo cada una de las metodologías de estimación en la que, con mayor probabilidad, se podrían emplear. Con base en el conocimiento específico del establecimiento y la posible disponibilidad de fuentes de datos, se puede determinar el mejor método para calcular cada cantidad emitida o transferida (OECD, 2017).

Fuentes de información	
Medición directa (caracterización analítica)	
→ permisos de emisiones al aire, vertimientos al agua y al suelo	
→ datos de monitoreo de descarga de aguas residuales	
→ datos de monitoreo continuo de emisiones	
→ pH para ácidos y bases	
→ análisis de residuos sólidos, certificados de recolección, tratamiento y disposición final de residuos	
→ datos de monitoreo de seguridad y salud en el trabajo.	
Balance de masas	
→ inventario de materiales peligrosos	
→ hojas de datos de seguridad de materiales	
→ informes de prevención de la contaminación	
→ registros de derrames	
→ registros de suministros y compras.	
Factores de emisión	
→ factores de emisión específicos de sustancias químicas (AP-42)	
→ factores de emisión específicos de sustancias químicas derivados de los establecimientos o sectores productivos.	
Otros cálculos	
→ factores de emisión no vinculados con compuestos químicos específicos	
→ solubilidades	
→ tasas de volatilización.	
Estimado	
→ conocimientos del operador de procesos	
→ conocimientos del consultor/técnico de procesos	
→ especificaciones del diseño de los procesos	
→ especificaciones del fabricante de equipos.	

Fuente: Adaptada de OCDE (2017).

2.5

Orientaciones para la selección del método de determinación o estimación de las emisiones y transferencias

Como se mencionó, es necesario tener presente que los parámetros físicos, químicos y bióticos que estén regulados por la normativa ambiental vigente deberán determinarse utilizando los métodos de medición especificados en dichas normas. Cuando no se especifique en la normativa ambiental vigente un método de determinación para un parámetro en particular, se deberá utilizar la mejor información disponible por métodos de medición directa (caracterización analítica) o indirecta (factores de emisión balances de masa, otros cálculos, estimado), preferiblemente los recomendados por la OCDE, o en su defecto los de la US EPA, los de la ASTM o los de otras organizaciones con reconocimiento internacional en la materia (MinAmbiente, 2023).

En la práctica, se utilizan dos o más métodos de determinación o estimación de emisiones y transferencias en combinación para desarrollar estimaciones de una emisión en particular. Un ejemplo de esto es que los factores de emisión usualmente se basan en datos de monitoreo de un subconjunto de fuentes. Por tanto, se utiliza el monitoreo

para proporcionar los datos necesarios para desarrollar un factor de emisión que se pueda utilizar para estimar las emisiones. De manera similar, a veces se utilizan enfoques de balance de masa para desarrollar una estimación de las emisiones anuales totales de una sustancia química para un país. La estimación se puede utilizar luego para desarrollar un factor de emisión per cápita, que se puede aplicar en años futuros, bajo la suposición de que no haya cambios importantes en la tecnología o los patrones de uso, sin dedicar un esfuerzo adicional para recopilar los datos necesarios para completar una evaluación de balance de masa (OECD, 2024).

Es pertinente seleccionar la técnica de estimación de emisiones que sea más adecuada para las características del establecimiento. Por ejemplo, puede optarse por utilizar balance de masas para estimar las emisiones fugitivas de solventes de la impresión o el recubrimiento de superficies; medición directa de emisiones de chimeneas y tuberías; y factores de emisión al estimar pérdidas de tanques de almacenamiento y reservas (NPI Australia, 2015).

La selección del método que se utilizará para estimar las emisiones específicas de cada fuente puede requerir un análisis caso por caso considerando los costos y riesgos de la situación específica (WHO, 2000). Cada uno de los métodos de estimación de emisiones tiene ventajas y desventajas, pero estas cuatro pautas o reglas generales suelen aplicarse en la mayoría de situaciones (OECD, 2024):

- El proceso de medición (caracterización analítica) es efectivo cuando las corrientes mantienen una estabilidad en sus condiciones operativas, tanto en el caudal como en la concentración química.
- El balance de masas es más adecuado para instalaciones y procesos con altas tasas de emisiones y grandes volúmenes de emisiones.
- Los factores de emisión son eficaces para pequeñas cantidades de emisiones, en especial para aquellas fugitivas al aire que no se registran en la contabilidad de materiales.
- Los cálculos de ingeniería son más precisos para estimar pérdidas en tanques y emisiones o transferencias de equipos de control de contaminación, especialmente cuando la medición es complicada.

Otra pauta común para el cálculo de emisiones y transferencias en establecimientos con poca experiencia en el reporte RETC consiste en identificar las fuentes y usar factores de emisión para las estimaciones, calculando el equilibrio

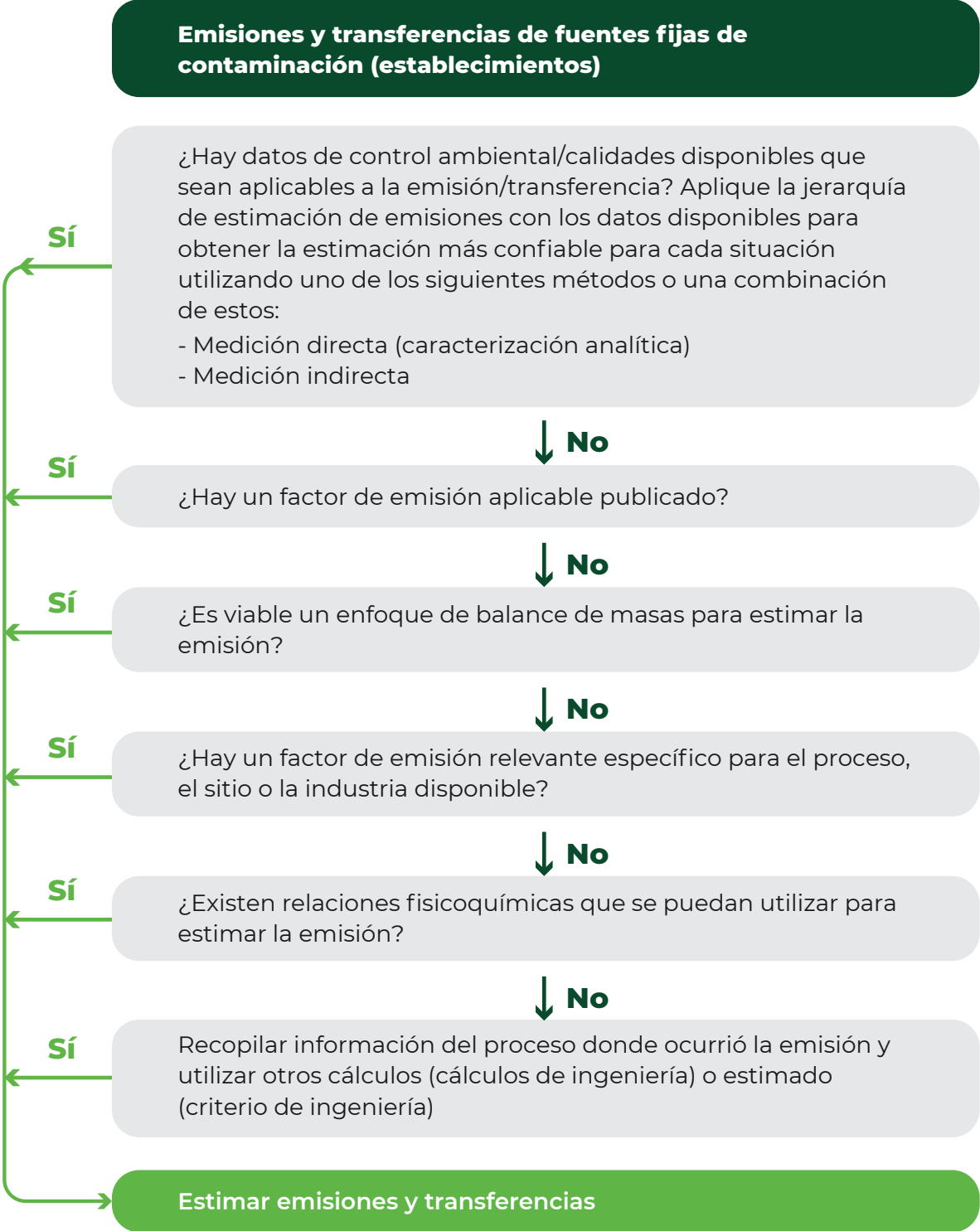
mediante el balance de masas. Esta alternativa ofrece una estimación preliminar que puede mejorar con el tiempo y es particularmente útil para establecimientos pequeños que no suelen monitorear emisiones (UNITAR, 2020b).

En algunos casos, los establecimientos utilizan múltiples métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias para calcular las emisiones de un contaminante específico. Además de la idoneidad de un método para un caso específico, la calidad de los datos de entrada también tiene un impacto importante en la calidad de los datos de emisiones generados. La información de entrada puede ser datos de actividad como volúmenes de corrientes de proceso; parámetros específicos del proceso, como temperatura, diferencias de presión y velocidad; o datos relacionados con las emisiones, como cantidades de emisión específicas y factores de emisión (OECD, 2005).

Una vez identificada la fuente de emisión para cada matriz ambiental (aire, agua, suelo), o si se trata de una transferencia en aguas residuales o en residuos peligrosos, se puede seleccionar el método de determinación o estimación de emisiones y transferencias emplear. En algunas ocasiones, este paso puede incluir la evaluación de varios métodos para un tipo de emisión específico. El proceso de selección se muestra a continuación en la Ilustración 6.

Ilustración 6

Diagrama de flujo para la selección del método de determinación o estimación de emisiones y transferencias



Fuente: Adaptado de (OECD, 2005) y (US EPA, 2018).



The background of the slide is a photograph of a dense forest with tall, thin trees and a thick canopy of green leaves. A semi-transparent green rectangular box is positioned on the left side of the image, containing the chapter title. There are also some horizontal decorative bars: a light green one near the top right, an orange one near the bottom left, and a pink one near the bottom right.

CAPÍTULO 3

Enlaces de interés y metodologías disponibles

Con el propósito de brindar orientación a los obligados a reportar en el RETC, en este documento se presenta una recopilación de materiales nacionales e internacionales como referencia para realizar la estimación de emisiones y transferencias en el marco del RETC. Se construyó un listado de enlaces de interés, por medio del cual los usuarios podrán encontrar documentos sobre estimación de emisiones y transferencias, centros de recursos, guías, informes, manuales, webs de los distintos RETC en el mundo y artículos académicos, entre otros.

Los documentos incluyen tanto información descriptiva sobre las fuentes de contaminación como de los contaminantes que se emiten al ambiente, así como información sobre métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias, abarcando medición directa, balances de masas, factores de

emisión y otros métodos de estimación. Estos pueden ayudar a los establecimientos en la implementación y la mejora de la captura y reporte de información sobre las emisiones y transferencias al RETC.

La información se centra en los métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias provenientes de fuentes puntuales y también es útil para orientar a los establecimientos en la selección y uso de las metodologías existentes.

Para la construcción del listado, se realizó la revisión y selección de información proveniente de diversas entidades nacionales e internacionales, identificando y priorizando aquellos documentos y enlaces web directamente relacionados con las metodologías de estimación de emisiones y transferencia de contaminantes.

Se incluyeron las versiones más actualizadas de los documentos, información relevante sobre los métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias, criterios para su selección y preocupaciones de la industria respecto a cómo obtener datos para la preparación de los informes al RETC, entre otros. Por otra parte, se excluyeron aquellos documentos que no están disponibles para el público en general, versiones desactualizadas, así como aquellos documentos que tratan principalmente sobre otros aspectos del RETC que no involucran directamente las técnicas de estimación de emisiones y transferencias. Por ejemplo, aquellos referidos al diseño de los sistemas RETC, documentos orientados a los países sobre la estructura para proponer RETC o manuales y guías para los gobiernos, entre otros.

El lector encontrará el listado de enlaces organizado por país y organización, año de publicación, nombre del documento o del sitio web, idioma, tipo de documento, el enlace para acceder a la información y un breve resumen para orientar a los usuarios sobre el contenido que tiene a disposición.

Es deber del usuario revisar la pertinencia de la información contenida en el listado y determinar su aplicabilidad a las condiciones y características de su establecimiento. La información que se provee es de carácter indicativo, por lo que se sugiere revisar su aplicabilidad y pertinencia.

El listado se puede consultar en el Anexo 1. Listado de enlaces de interés y enlaces en los cuales están disponibles las metodologías existentes a nivel nacional e internacional para la estimación de emisiones y transferencias.



CAPÍTULO 4

Calidad de la información

La estimación de una cantidad reportada introduce cierto nivel de incertidumbre en los datos del RETC. Aunque es difícil cuantificar la incertidumbre que rodea a cada emisión o transferencia en un RETC, saber qué técnicas se utilizaron para estimar cada cantidad proporciona una idea de cómo varía la incertidumbre entre los puntos de datos de un único RETC o de un conjunto de datos del RETC armonizado (OECD, 2014).

Dentro del contexto de la generación de datos de emisiones del RETC, hay aspectos esenciales que impactan la validez de los resultados, que deben considerarse al producir datos para el RETC. Es fundamental seguir principios generales en la producción de datos de emisiones en los registros RETC para garantizar la validez de la información.

La utilidad de los datos de emisiones radica en su precisión y comparabilidad con otros establecimientos, sectores, regiones o países. Precisamente por esto

los establecimientos sujetos a reporte del RUA deben garantizar la calidad de la información presentada (MinAmbiente, 2023). Asimismo, se deberá tener en cuenta los siguientes criterios: completitud, consistencia y conformidad (MinAmbiente, 2023; MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024; MinTIC, 2022).

Completitud. Se refiere a que el reporte esté completo, y cuente con todas las emisiones y transferencias esperadas. En caso de que alguna información para el período reportado no aplique, se deberá manifestar y describir claramente las razones de dicha no aplicabilidad.

Consistencia. Hace referencia a que los datos sean coherentes y libres de contradicción. Los datos reportados en los diferentes capítulos deben tener sentido.

Conformidad. Se refiere al cumplimiento de lineamientos y estándares vigentes. Por ejemplo, la identificación de las fuentes y

que la determinación de las cantidades esté de acuerdo con las definiciones y metodologías establecidas. Las actividades de validación incluyen métodos generales, como comprobaciones de la precisión en la recolección y cálculos de datos; uso de procedimientos estándares aprobados para mediciones y cálculos de emisiones; estimación de incertidumbres; almacenamiento de información; notificación. Lo anterior no excluye que las autoridades ambientales competentes, cuando lo consideren pertinente, realicen visitas al establecimiento sujeto al reporte para la comprobación de los datos reportados. Se propone la disponibilidad de manuales o guías para la revisión de la calidad de la información por parte de las autoridades ambientales.

La completitud, consistencia y conformidad de los datos de emisiones y transferencias de un establecimiento implica la consistencia de las fuentes de emisiones incluidas y de los métodos utilizados para generar los

datos. Según la experiencia internacional, es responsabilidad del operador o dueño del establecimiento garantizar la calidad de la información que envía al RETC (OECD, 2005). En el mismo sentido, está definido para Colombia respecto a la veracidad de la información, que el establecimiento será el responsable de la información presentada en el RUA. La información reportada por los establecimientos sujetos al diligenciamiento y actualización del RUA deberá ser veraz y fidedigna, y en todo caso se entenderá presentada bajo la gravedad del juramento (MinAmbiente, 2023).

Todas las emisiones y transferencias deben notificarse con un nivel de precisión que esté respaldado por la exactitud de los datos subyacentes y las técnicas de estimación en las que se basa la estimación. Si las estimaciones de emisiones o transferencias de un establecimiento permiten notificar una cantidad que sea más precisa que los números enteros, entonces debe notificarse la cantidad más precisa (US EPA, 2022).

CAPÍTULO 5

Reporte de las emisiones y transferencias del RETC por medio del RUA



El reporte de las emisiones y transferencias del RETC se debe realizar mediante el RUA, en donde se ingresará la información correspondiente a las emisiones al agua, al aire, al suelo, así como las transferencias en aguas residuales y en residuos peligrosos, según aplique de manera particular para cada establecimiento (IDEAM, 2025 v2). Para cada uno de estos componentes y para cada sustancia contaminante o residuo peligroso, el usuario tendrá la opción de confirmar el cálculo realizado por el

aplicativo con base en los datos ingresados por el usuario o podrá rechazar el cálculo y realizar una autodeclaración.

A continuación, se detalla este procedimiento. Para información más detallada sobre este aspecto, se recomienda revisar el *Manual para el diligenciamiento de la información en el RUA* por parte de los establecimientos, parte 2: Instrucciones para el diligenciamiento del RUA (IDEAM, 2025 v2).



5.1

Emisiones al agua, al suelo y transferencias en aguas residuales

Como parte de la sección Salidas de Agua del aplicativo RUA, se obtiene y se confirma o autodeclara el cálculo de la carga vertida y la carga promedio anual para cada punto. Respecto al cálculo de la carga vertida, en la subsección Mediciones por Muestra, el sistema calculará la carga vertida (kg/año) de la sustancia para la cual se reporta la información, de acuerdo con una de las siguientes opciones:

➔ Si la medición corresponde al método de determinación medición directa, el sistema calculará la carga vertida de la sustancia a partir de la concentración, el caudal y el tiempo de vertimiento (campos reportados previamente por el usuario en el aplicativo), de acuerdo con la Ecuación 9 (IDEAM, 2025 v2).

Ecuación 9. Carga vertida calculada por sustancia en salidas de agua para el método de determinación medición directa

$$CVCSsa(\text{por medición directa}) = CS \times Q \times HV \times FC$$

- donde:
- CVCSsa (por medición directa) = carga vertida calculada por sustancia en salidas de agua para el método de determinación medición directa [kg/año]
- CS = concentración de la sustancia, elemento o compuesto en el vertimiento o descarga [mg/L]
- Q = caudal [L/s]
- HV = horas de vertimiento en el período de balance [h/año]
- FC = factor de conversión (0,0036)

➔ Si la medición corresponde a un método de determinación diferente a la medición directa, el sistema calculará la carga vertida de la sustancia a partir del flujo másico y el tiempo de vertimiento (campos reportados previamente por el usuario en el aplicativo), de acuerdo con la Ecuación 10 (IDEAM, 2025 v2).

Ecuación 10. Carga vertida calculada por sustancia en salidas de agua para los métodos de determinación: factores de emisión, balance de masas, otros cálculos, estimado

$$CVCSsa(\text{por otros métodos de determinación}) = FMS \times HV$$

- donde:
- CVCSsa (por otros métodos de determinación) = carga vertida calculada por sustancia en salidas de agua para los métodos de determinación: factores de emisión, balance de masas, otros cálculos, estimado [kg/año]
- FMS = flujo másico de la sustancia, elemento o compuesto en el vertimiento o descarga [kg/hora]
- HV = horas de vertimiento en el período de balance [h/año]

Posteriormente, se deberá ingresar la información de la subsección Carga Promedio Anual por Punto, mediante la Ecuación 11 (IDEAM, 2025 v2).

Ecuación 11. Carga vertida promedio anual calculada por sustancia en salidas de agua

$$CVPACSSa = (CVCSM1 + CVCSM2 + \dots + CVCSMn) / nM$$

donde:

CVPACSSa = carga vertida promedio anual calculada por sustancia en salidas de agua [kg/año]

CVCSM1 = carga vertida calculada por sustancia en salidas de agua en la medición 1 [kg/año]

CVCSM2 = carga vertida calculada por sustancia en salidas de agua en la medición 2 [kg/año]

CVCSMn = carga vertida calculada por sustancia en salidas de agua en la medición n [kg/año]

nM = número total de mediciones realizadas por sustancia y por salida de agua

Si está de acuerdo con el cálculo presentado por el sistema, deberá seleccionar la opción Sí; de lo contrario, seleccione la opción No, con lo cual el sistema le mostrará los siguientes ítems adicionales:

- Carga vertida promedio anual autodeclarada: ingrese el valor en kilogramos por año de la carga vertida promedio anual que se va a autodeclarar por parte de su establecimiento, para el punto de vertimiento o descarga y la sustancia seleccionados.

→ Método de determinación: seleccione del listado desplegable la opción correspondiente al método de determinación utilizado para la carga vertida promedio anual que se autodeclara para el punto de vertimiento o descarga y la sustancia seleccionados. Para el diligenciamiento de esta variable, están disponibles las opciones medición directa, factores de emisión, balance de masas, otros cálculos y estimado.



5.2

Emisiones al aire

En el capítulo 5 aire del aplicativo RUA se diligencia la información correspondiente al monitoreo de la calidad del aire en el área de influencia del establecimiento y las emisiones a la atmósfera de contaminantes, así como la emisión de ruido y el ruido ambiental que se genera en el desarrollo de las actividades del establecimiento. Adicionalmente, para las emisiones a la atmósfera de contaminantes, se obtiene y se confirma o autodeclara el cálculo de la carga emitida y la carga promedio anual.

Para el caso que se relaciona con el propósito de este documento, en la sección Emisiones se relaciona la información correspondiente a las descargas de las emisiones atmosféricas generadas en el establecimiento durante el período de balance provenientes de las fuentes fijas (puntuales y dispersas o difusas) y móviles (únicamente para emisiones de GEI al interior del establecimiento), e incluye a) emisiones al aire excepto GEI y SCPM, b) emisiones de las SCPM y c) emisiones de GEI.

5.2.1 Emisiones al aire excepto GEI y SCPM

En la subsección Mediciones, deberá seleccionar el método de determinación. Para esto, deberá seleccionar del listado desplegable el método de determinación utilizado para la medición que se encuentra reportando. Tendrá disponibles las siguientes opciones:

- medición directa
- factores de emisión
- balance de masas
- otros cálculos
- estimado.

Si el método de determinación es medición directa, deberá ingresar el valor promedio, ingresando el resultado de la medición del parámetro medido que desea reportar. Debe tener en cuenta que el valor de la concentración de la emisión del contaminante debe ser ingresada a

condiciones de referencia y con la corrección de oxígeno de referencia que le aplique, expresada en la unidad de medida de cada parámetro, de acuerdo con la normativa. La unidad de medida se presentará al lado del nombre de la variable valor promedio. Esta variable se habilita independientemente del método de determinación que se encuentre asociado al punto de emisión seleccionado en la variable nombre del punto.

Si el método de determinación es por factores de emisión, balance de masas, otros cálculos, o estimado, deberá ingresar el flujo másico del parámetro en el punto en donde se realizó la medición que se encuentra reportando en kg/h. Esta variable se habilita independientemente del método de determinación que se encuentre asociado al punto de emisión seleccionado

en la variable nombre del punto y del tipo de valor seleccionado.

La variable carga emitida es diligenciada automáticamente por el sistema y corresponde a la carga emitida a la atmósfera para el parámetro seleccionado. Se calcula independientemente del método de determinación que se encuentre asociado al punto de emisión seleccionado en la variable nombre del punto y del tipo de valor seleccionado (LMP o AR).

Si el método de determinación para una medición es medición directa, el sistema realizará el cálculo automático de la carga emitida de cada parámetro (sustancia), dependiendo si el método es o no isocinético.

Si el método de determinación es por medición directa e isocinético o no isocinético, pero se tiene disponible el flujo volumétrico, el sistema realizará el cálculo automático de la carga emitida (kg/año) de cada parámetro (sustancia)

a partir de la concentración (reportada en el campo valor promedio), el flujo volumétrico y el tiempo de operación (variables reportadas previamente). El sistema realiza el cálculo por medio de la Ecuación 12 (IDEAM, 2025 v2).

Si el método de determinación de la carga emitida para una medición es por medición directa no isocinético y no se tiene disponible el flujo volumétrico o es por factores de emisión, balance de masas, otros cálculos, o estimado el sistema

realizará el cálculo automático de la carga emitida de cada parámetro a partir del flujo másico y el tiempo de operación (variable reportada previamente). El sistema realiza el cálculo por medio de la Ecuación 13 (IDEAM, 2025 v2).

Ecuación 12. Carga emitida calculada por sustancia para el método de determinación medición directa e isocinético o medición directa sin isocinético con flujo volumétrico

$$CECS(\text{por medición directa}) = CS \times FV \times TO \times FC$$

donde:

CECS (por medición directa) = carga emitida calculada por sustancia para el método de determinación medición directa e isocinético o medición directa sin isocinético con flujo volumétrico [kg/año]

CS = concentración de la sustancia, elemento o compuesto en la descarga [mg/m³]; excepto para dioxinas y furanos [ngEQT/m³], benzopireno [µg/m³], dibenzo antraceno [µg/m³]

FV = flujo volumétrico de los gases de salida en [m³/min]

TO = tiempo de operación en el período de balance [h/año]

FC = factor de conversión para obtener CECS en [kg/año]; para la concentración de la sustancia, elemento o compuesto en la descarga en mg/m³ es 6 × 10⁻⁵; para la concentración de la sustancia, elemento o compuesto en la descarga en ngEQT/m³ es 6 × 10⁻¹¹; para la concentración de la sustancia, elemento o compuesto en la descarga en µg/m³ es 6 × 10⁻⁸.

Ecuación 13. Carga emitida calculada por sustancia para los métodos de determinación: factores de emisión, balance de masas, otros cálculos, estimado

$$CECS(\text{por otros métodos de determinación}) = FMS \times TO$$

donde:

CECS (por otros métodos de determinación) = carga emitida calculada por sustancia para los métodos de determinación: factores de emisión, balance de masas, otros cálculos, estimado [kg/año]

FMS = flujo másico de la sustancia, elemento o compuesto en la descarga [kg/hora]

TO = horas de operación en el período de balance [h/año]

Para la carga emitida promedio anual calculada, el sistema calculará automáticamente la sustancia y punto de emisión seleccionados a partir de la sumatoria de las cargas emitidas calculadas

de las diferentes mediciones y el número total de mediciones por sustancia, en el punto de descarga correspondiente, de acuerdo con la Ecuación 14 (IDEAM, 2025 v2).

Ecuación 14. Carga emitida promedio anual calculada por sustancia

$$CEPACS(\text{excepto GEI y SCPM}) = (CECSM1 + CECSM2 + \dots + CECSMn) / nM$$

donde:

- CEPACS = carga emitida promedio anual calculada por sustancia [kg/año]
- CECSM1 = carga emitida calculada por sustancia en la medición 1 [kg/año]
- CECSM2 = carga emitida calculada por sustancia en la medición 2 [kg/año]
- CECSMn = carga emitida calculada por sustancia en la medición n [kg/año]
- nM = número total de mediciones realizadas por sustancia y por punto de descarga

El usuario podrá confirmar el cálculo de carga emitida si está de acuerdo con el cálculo presentado por el sistema. Si no está de acuerdo con el cálculo, el sistema solicitará la carga emitida promedio anual autodeclarada y el método de determinación como variables adicionales.

Para la carga emitida promedio anual autodeclarada, deberá ingresar el valor en kilogramos por año de la carga emitida promedio anual que se va a autodeclarar por parte del establecimiento, para el punto de emisión y el parámetro (sustancia) seleccionados.

Tanto el resultado de la carga emitida promedio anual calculada automáticamente por el sistema como el dato de la carga emitida promedio anual autodeclarada quedarán visibles y registrados en el sistema.

Respecto al método de determinación, deberá escoger del listado desplegable la opción correspondiente al método de determinación utilizado para el cálculo de la carga promedio anual autodeclarada para el punto de emisión y la sustancia seleccionados. Para el diligenciamiento de esta variable, tiene disponibles las opciones medición directa, factores de emisión, balance de masas, otros cálculos, estimado.

5.2.2 Emisiones de las SCPM

En esta sección del RUA, se diligencian las emisiones de las SCPM, procedentes de equipos que emplean estas sustancias, y que hayan sido utilizados en el establecimiento durante el período de balance, siempre y cuando la actividad económica principal del establecimiento se encuentre incluida en los anexos 1.5, 1.6 o 1.7 de la Resolución 0839 de 2023 e igualen o superen los umbrales de reporte establecidos en los mismos anexos.

Deberán ser incluidas las emisiones generadas por:

- ➔ Mantenimiento y recarga de equipos que usan SCPM (refrigeración, aire acondicionado fijo y extinción de incendios).
- ➔ Manufactura (producción) de equipos que usan SCPM (refrigeración, aire acondicionado y extinción de incendios).

Dentro de la subsección Mantenimiento y Recarga, la subsección Grupo de Equipos SCPM presentará los grupos de equipos

que el usuario reportó en la sección Equipos SCPM del capítulo Energía. Asimismo, en la subsección Mantenimiento se registrará si se realizó o no el mantenimiento y recarga a los equipos.

Seguidamente, en la subsección Datos de Análisis, el usuario identificará los equipos a los que se les realizó mantenimiento y recarga, indicando el nombre de la sustancia empleada para el mantenimiento y recarga del equipo para el cual va a reportar información.

El usuario deberá seleccionar el equipo y reportar las siguientes cantidades de sustancia (kg) asociadas al mantenimiento y recarga que se encuentra reportando: empleada como recarga en el mantenimiento del equipo; reciclada; regenerada; enviada a tratamiento (previo a su disposición final); y el sistema calculará la carga emitida por mantenimiento y recarga en kilogramos de manera automática a partir de un balance de masas por medio de la Ecuación 15.

4 Considerar que los establecimientos que por su actividad económica principal tengan simultáneamente potencial de reporte de GEI (anexo 1.2) y SCPM (anexos 1.5, 1.6 o 1.7) de la Resolución 0839 de 2023 y cumplan con los umbrales establecidos tanto para GEI (anexo 1.3) como para las SCPM (anexos 1.5, 1.6 o 1.7), solo deben diligenciar esta sección para los equipos que emplean SCPM diferentes a HFC y sus mezclas clase GEI. Asimismo, esta sección solo aplica para el mantenimiento y recarga y la manufactura de estos equipos que se hayan realizado en el territorio nacional (IDEAM, 2025 v2).

Ecuación 15. Carga emitida anual calculada por mantenimiento y recarga por equipo, por sustancia (SCPM)

$$CEACMR(SCPM)=A-B-C-D$$

- donde:
- CEACMR (SCPM) = carga emitida anual calculada por mantenimiento y recarga por equipo, por sustancia (SCPM) [kg]
- A = cantidad de SCPM empleada como recarga en el mantenimiento del equipo [kg]
- B = cantidad de SCPM reciclada asociada al mantenimiento y recarga [kg]
- C = cantidad de SCPM regenerada asociada al mantenimiento y recarga [kg]
- D = cantidad de SCPM en vía de disposición final (tratamiento térmico) asociada al mantenimiento y recarga [kg]

Si está de acuerdo con el cálculo presentado por el sistema, deberá aceptarlo, de lo contrario el sistema mostrará las variables adicionales método de determinación y carga emitida por mantenimiento y recarga autodeclarada (kg).

En método de determinación, deberá seleccionar del listado desplegable la opción correspondiente al método de determinación utilizado para la carga emitida por mantenimiento y recarga que se va a autodeclarar por parte del establecimiento en el siguiente campo,

eligiendo entre las opciones balance de masas, factores de emisión, medición directa, estimado, otros cálculos.

El usuario entonces ingresará la carga emitida por mantenimiento y recarga autodeclarada (kg) de la sustancia del equipo que se encuentra reportando.

Para el caso de manufactura (producción) en el territorio nacional de equipos que usan SCPM (refrigeración, acondicionamiento de aire fijo y extinción de incendios), los establecimientos diligenciarán la

subsección de Manufactura del aplicativo RUA siempre y cuando:

La actividad económica principal del establecimiento se encuentre incluida en el anexo 1.7 de la Resolución 0839 de 2023 “Actividades económicas principales de los establecimientos, umbrales y métodos de determinación para el reporte en el RETC de las emisiones al aire de las Sustancias Controladas por el Protocolo de Montreal (SCPM) - Manufactura de Equipos” e iguale o supere los umbrales de reporte establecidos en el mismo anexo..

En caso de cumplir con este criterio, a través del botón *Nuevo* de la grilla administrativa, el usuario debe seleccionar los productos que para su manufactura se empleen sustancias SCPM; esto lo podrá realizar empleando la Clasificación Central de Productos (CPC) que le mostrará el sistema. Igualmente, deberá ingresar el número de unidades producidas en el período de balance y el factor de emisión que más se ajuste a la elaboración del producto seleccionado, con base en la *Tabla 5. Factores de emisión sugeridos - manufactura de equipos que usan SCPM*, contenida en el documento *Manual para el diligenciamiento de la información en el*

Registro Único Ambiental – RUA por parte de los establecimientos (https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/publicaciones/manual_diligenciamiento_rua_v2.pdf). Adicionalmente, el usuario deberá ingresar la información de la cantidad de sustancia empleada en la elaboración del producto seleccionado (Carga nominal [kg cargados/unidad producida]) y deberá seleccionar la sustancia empleada para la elaboración del producto seleccionado.

El sistema realiza el cálculo de la Carga emitida por manufactura de acuerdo con la Ecuación 16 (IDEAM, 2024):

Ecuación 16. Carga emitida anual calculada por manufactura de equipos, por sustancia (SCPM)

$$CEACMF(SCPM)=CN*FE*NU$$

- donde:
- CEACMF (SCPM): Carga emitida anual calculada por manufactura de equipos, por sustancia (SCPM), [kg/año].
- CN: Carga nominal, [kg cargados/unidad producida].
- FE: Factor de emisión, [kg emitidos/kg cargados].

NU: Número de unidades producidas por código CPC (Clasificación Central de Productos), [kg/año].

Si está de acuerdo con el cálculo presentado por el sistema deberá aceptarlo, de lo contrario seleccione la opción No y el sistema mostrará las variables adicionales Método de determinación y Carga emitida por mantenimiento y recarga autodeclarada (kg).

En Método de determinación, deberá seleccionar del listado desplegable la opción correspondiente al método de determinación utilizado para el cálculo de la carga emitida por la manufactura (producción) en el territorio nacional de equipos que usan SCPM (refrigeración, acondicionamiento de aire fijo y extinción de incendios) que se va a autodeclarar por

parte de su establecimiento en el siguiente campo, eligiendo entre las opciones Balance de masas, Factores de emisión, Medición directa, Estimado, Otros cálculos.

5.2.3 Emisiones de GEI⁵

Los establecimientos reportarán por medio de esta subsección del aplicativo RUA las emisiones al aire de las siguientes sustancias clase GEI, por tipo de fuente de emisión⁶:

- dióxido de carbono (CO₂)
- hexafluoruro de azufre (SF₆)
- metano (CH₄)
- óxido nitroso (N₂O)
- hidrofluorocarbonos (HFC) y sus mezclas
- perfluorocarbonos (PFC).

Esto se realizará siempre y cuando:

- La actividad económica principal del establecimiento corresponda a alguna de las actividades establecidas en el anexo 1.3 de la Resolución 0839 de 2023 “Lista de actividades económicas principales de los establecimientos con potencial de reporte en el RETC-Gases Efecto Invernadero (GEI)”.
- Se supere al menos uno de los umbrales de reporte establecidos en el anexo 1.4 de la Resolución 0839 de 2023 “Umbrales, medio y métodos de determinación para el reporte en el RETC de los gases efecto invernadero (GEI)”.

Es pertinente considerar que la Norma Técnica Colombiana (NTC) ISO 14064-1 establece los principios y requisitos para la estimación y reporte de emisiones de

GEI a nivel de organización, definiendo tres alcances de cuantificación de emisiones de GEI (ICONTEC, 2020; IDEAM, 2025 v2):

Alcance 1. Emisiones y remociones directas de GEI. Emisiones de GEI provenientes de fuentes que pertenecen o son controladas por la organización. Considerar 100 % de emisiones de GEI.

Alcance 2. Emisiones indirectas de GEI por energía. Emisiones de GEI que provienen de la generación de electricidad, calor, vapor, frío industrial; de origen externo consumidos por la organización. Considerar 100 % de emisiones de GEI.

Alcance 3. Otras emisiones indirectas de GEI. Emisiones de GEI diferentes de la emisión indirecta de GEI por energía, que

5 Para efectos de lo dispuesto en el artículo 16 de la Ley 2169 de 2021, esta sección incluye las emisiones directas (alcance 1) correspondientes al Reporte Obligatorio de Emisiones de GEI (ROE).

6 Es importante tener en cuenta que, si el establecimiento no supera al menos uno de los umbrales de reporte establecidos en el anexo 1.4 de la Resolución 0839 de 2023, reportará las emisiones de las sustancias HFC y sus mezclas de la clase GEI por medio del capítulo Aire, subsección Emisiones SCPM, siempre y cuando el establecimiento cumpla con los umbrales establecidos en los anexos 1.5, 1.6 o 1.7 de la Resolución 0839 de 2023.

es consecuencia de las actividades de la organización, pero que se origina en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones.

En la subsección Información General, el sistema le permitirá cargar el inventario de emisiones de GEI, que debe contener como mínimo la metodología, datos de actividad, factores de emisión, supuestos y tabla de resultados. Deberá indicar el tipo de verificación (de primera parte, de tercera parte o sin verificar⁷) (IDEAM, 2025 v2).

En la subsección Información Fuente de Emisión, el usuario podrá ingresar la información correspondiente al tipo de fuente y su descripción, en donde debe incluir la descripción de las fuentes de emisión utilizadas por el establecimiento durante el período de balance, por tipo de fuente.

En la subsección Datos de Análisis, el usuario seleccionará de las fuentes previamente registradas, el tipo de fuente de emisión de GEI. Cuando se trata de tipo de fuente “Combustión móvil (al interior del establecimiento)”, el usuario ingresará la información sobre tipo de fuente móvil, descripción de tipo de fuente, número de

vehículos, tipo de combustible y consumo total de combustible.

Si el tipo de fuente es diferente a “Combustión móvil (al interior del establecimiento)”, se diligenciarán los siguientes campos por tipo de fuente. Deberá ingresar la información correspondiente a sustancia, seleccionando del listado desplegable, la sustancia GEI (dióxido de carbono CO₂, hexafluoruro de azufre SF₆, metano CH₄, óxido nitroso N₂O, hidrofluorocarbonos HFC y sus mezclas y perfluorocarbonos PFC) emitida al aire; el método de determinación de la carga, seleccionando del listado desplegable el método de determinación utilizado para la obtención de la carga emitida de la sustancia por tipo de fuente de emisión que se encuentra reportando.

En los casos en que el tipo de fuente de emisión corresponde a una fuente móvil, el método de determinación corresponde al utilizado para la obtención de la carga emitida de la sustancia por tipo de fuente de móvil. Se tienen disponibles las siguientes opciones: balance de masas, estimado, factores de emisión, medición directa y otros cálculos.

El sistema solicitará la carga emitida (t/año) de la sustancia que se encuentra

reportando por tipo de fuente de emisión. Si durante el período de balance se utilizaron varias fuentes de emisión al interior del establecimiento que se clasifican bajo un mismo tipo de fuente —excepto “Combustión móvil (al interior del establecimiento)”—, el valor por reportar en esta casilla será la suma de las emisiones de todas estas fuentes.

Por otra parte, si durante el período de balance se utilizaron varias fuentes de emisión que se clasifican bajo el tipo de

fuentes “Combustión móvil (al interior del establecimiento)” y bajo el mismo tipo de fuente móvil, el valor por reportar en la carga emitida (t/año) de la sustancia será la suma de las emisiones de todas estas fuentes.

Finalmente, el sistema calcula automáticamente la carga emitida con base en el reporte realizado por sustancia en la fuente de emisión seleccionada, en la unidad de medida kilogramos al año (kg/año).

7 De primera parte: la verificación fue realizada por parte del establecimiento. De tercera parte: la verificación fue realizada por parte de un tercero (IDEAM, 2025 v2).

5.3

Transferencias en residuos peligrosos

Como parte de la sección Residuos Peligrosos del aplicativo RUA, el usuario debe relacionar la información sobre el almacenamiento y la gestión de los residuos peligrosos generados en el establecimiento durante el período de balance, incluyendo la gestión tanto interna como externa del establecimiento, para obtener la generación de residuos peligrosos (IDEAM, 2025 v2).

La sección Residuos Peligrosos se encuentra dividida en:

- Subsección Generación y Manejo de Residuos Peligrosos
- Subsección Categoría del Generador de Residuos Peligrosos.

Entre otros aspectos, en dicha sección se solicitará al usuario la cantidad mensual de residuos peligrosos generada por parte del establecimiento en el período de balance, obteniendo la media móvil, calculada por el aplicativo a partir de la información ingresada. Asimismo, se obtendrá la categoría de generador a la que pertenece, de acuerdo con:

- **Microgenerador.** Media móvil de los últimos 6 meses inferior a 10 kg.
- **Pequeño.** Media móvil de los últimos 6 meses igual o superior a 10 kg, pero inferior a 100 kg.
- **Mediano.** Media móvil de los últimos 6 meses igual o superior a 100 kg, pero inferior a 1.000 kg.

- **Grande.** Media móvil de los últimos 6 meses igual o superior a 1.000 kg.

El usuario debe reportar el manejo al interior del establecimiento, el manejo al exterior del establecimiento que se realiza al interior y al exterior del país, a partir de la información ingresada el aplicativo calcula la cantidad generada de cada residuo peligroso.

La sumatoria de las cantidades mensuales de generación de residuos peligrosos reportadas en la subsección Categoría del Generador de Residuos o Desechos Peligrosos debe ser igual a la sumatoria de

las cantidades calculadas como generadas para cada residuo peligroso en la subsección Generación y Manejo de Residuos Peligrosos, ya que si estas cantidades no son iguales, el sistema no le permitirá realizar el cierre del período de balance.

Complementariamente, el usuario deberá realizar el cargue de un archivo con la totalidad de las actas de gestión de residuos peligrosos entregadas por los gestores autorizados que adelantaron la gestión de los residuos peligrosos durante el período de balance para el establecimiento.

The background of the slide is a photograph of a pond with several koi fish. The water is a deep blue-green color, and the fish are primarily orange and white. A dark green rectangular box is positioned on the left side of the slide, containing the chapter title. There are also three horizontal decorative bars: a green one near the top right, a yellow one near the bottom left, and a pink one near the bottom right.

CAPÍTULO 6

Ejemplos de reporte emisiones y transferencias del RETC por medio del RUA

Ejemplo 1

Estimación de emisiones al agua por vertimiento de aguas superficiales mediante medición directa

Un establecimiento lleva a cabo el proceso de electro-deposición de cadmio metálico sobre superficies.⁸ Este establecimiento cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales que recibe compuestos de cadmio del agua de enjuague utilizada para limpiar las piezas terminadas y de la solución de electro-deposición empleada. La planta de producción realiza una operación por lotes con un promedio de 2.000 horas por año, mientras que el sistema de tratamiento de aguas funciona de manera continua, 24 horas por día, 350 días por año. El personal

de la planta monitorea las descargas de cadmio total de manera continua para verificar el cumplimiento del permiso de vertimientos. Los datos de monitoreo indican que la concentración promedio de cadmio es de 6×10^{-3} g/L durante 1.500 horas por año y por debajo del límite de detección de 1×10^{-6} g/L el resto del tiempo (estas son mediciones de cadmio únicamente y no incluyen otras sustancias presentes en los compuestos de cadmio). El caudal promedio de descarga no varía y es de $0,4 \times 10^6$ gal/d.

Para empezar, se debe calcular la cantidad de descarga cuando haya una concentración medible, empleando la Ecuación 2.

$$E = CS \times CA$$

Donde:

E = emisión

CS = concentración de sustancias específicas contenidas en emisiones de gases, efluentes o residuos

CA = cantidad anual de emisiones de gases, efluentes o residuos

$$E = 6 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \left(0,4 \times 10^6 \frac{\text{gal}}{\text{d}} \times 1500 \frac{\text{h}}{\text{año}} \right)$$

Usando los factores de conversión, se tiene que:

$$E = 6 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} \times 0,4 \times 10^6 \frac{\text{gal}}{\text{d}} \times \frac{1\text{L}}{0,264\text{gal}} \times \frac{1\text{d}}{24\text{h}} \times 1500 \frac{\text{h}}{\text{año}}$$
$$E = 586,2 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Para ser prudente, se puede suponer que la concentración, cuando no hay una concentración medible en la descarga, es la mitad del límite de detección:

$$E = 0,5 \times 1 \times 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} \times 0,4 \times 10^6 \frac{\text{gal}}{\text{d}} \times \frac{1\text{L}}{0,264\text{gal}} \times \left(350 \frac{\text{d}}{\text{año}} - \left(1500 \frac{\text{h}}{\text{año}} \times \frac{1\text{d}}{24\text{h}} \right) \right)$$
$$E = 0,2 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Aunque la cantidad adicional es bastante pequeña, eleva la emisión total a 586,4 kg/año.

⁸ Tomado de UNITAR, 2020b, p. 36.

Ejemplo 2

Estimación de emisiones de COV al aire mediante factores de emisión

Una fábrica de tuberías de PVC produce 2.000 unidades al año.⁹ Cada tubería tiene un peso promedio de 2,5 kg, adicionalmente se tiene un sistema de control de emisiones que remueve el 70 % de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). Para evaluar los escenarios en caso de falla del sistema de control, se necesita a) estimar las emisiones anuales del proceso sin sistema de control con b) sistema de control de emisiones.

Para el cálculo sin sistema de control se tiene la Ecuación 7.

$$E = A \times F_E$$

donde:

E = emisión

A = tasa de actividad o cantidad anual manejada

F_E = factor de emisión

Teniendo en cuenta que MinAmbiente (2021b, p. 106) reporta un factor de emisión de $7,77 \times 10^{-3}$ kg de COV/kg de plástico proveniente del Emission Calculation Fact Sheet del Michigan Department of Environmental Quality y remplazando la información de producción en la ecuación, se obtiene:

$$E = 2.000 \frac{\text{unidad}}{\text{año}} \times 25 \frac{\text{kg de plástico}}{\text{unidad}} \times 7,77 \times 10^{-3} \frac{\text{kg de COV}}{\text{kg de plástico}}$$
$$E = 388,5 \frac{\text{kg de COV}}{\text{año}}$$

Para el cálculo con sistema de control se tiene la Ecuación 6.

$$E = A \times F_E \times \left(1 - \frac{E_R}{100}\right)$$

donde:

E = emisión

A = tasa de actividad o cantidad anual manejada

F_E = factor de emisión

E_R = eficiencia general de reducción de emisiones

Remplazando la información de producción en la ecuación, se obtiene:

$$E = 2.000 \frac{\text{unidad}}{\text{año}} \times 25 \frac{\text{kg de plástico}}{\text{unidad}} \times 7,77 \times 10^{-3} \frac{\text{kg de COV}}{\text{kg de plástico}} \times \left(1 - \frac{70}{100}\right)$$
$$E = 116,6 \frac{\text{kg de COV}}{\text{año}}$$

Por tanto, el valor estimado de las emisiones totales de COV del proceso de producción de PVC sin sistema de control es 388,5 kg COV/año y con sistema de control es de 116,6 kg/año.

⁹ Tomado de MinAmbiente, 2021b, p. 66.

Ejemplo 3

Estimación de emisiones de COV al aire mediante balance de masas

Un establecimiento genera emisiones mensuales de COV de una desengrasadora de piezas metálicas que deben recubrirse.¹⁰ En su operación se agregan 200 litros de solvente al comienzo del mes y adicionalmente se añaden 30 litros como restitución para compensar las pérdidas. A fin de mes, se envían 200 litros de solvente

residual hacia un destilador y 0,5 kg de residuos sólidos son recolectados para su disposición final. De una caracterización realizada a los materiales se encontró que el solvente emplear contiene 100 % de COV, el solvente residual un 95 % de COV y el residuo sólido 8 % de COV. La densidad del solvente es de 1,5 kg/L.

El balance de la operación se obtiene mediante la Ecuación 8.

$$E = ME - MS$$

donde:

E = emisión

M_E = masa que entra al proceso

M_S = masa que sale del proceso

Para el cálculo de la masa que entra al proceso se tiene:

$$ME = (200L + 30L) \times \frac{1.5 \text{ Kg}}{L}$$
$$ME = 345 \frac{\text{kgCOV}}{\text{mes}}$$

Para el cálculo de la masa que sale del proceso se tiene:

$$MS = \left(200L \times \frac{1.5 \text{ kg}}{L} \times \frac{95}{100} \right) + \left(0,5 \text{ kg} \times \frac{8}{100} \right)$$
$$MS = 285 \text{ kg} + 0,04 \text{ kg}$$
$$MS = 285,04 \text{ kg}$$

Se obtiene entonces el balance mensual y anual:

$$E = ME - MS$$
$$E = 345 \frac{\text{kgCOV}}{\text{mes}} - 285,04 \frac{\text{kgCOV}}{\text{mes}} = 59,96 \frac{\text{kgCOV}}{\text{mes}}$$
$$E = 59,96 \frac{\text{kg de COV}}{\text{mes}} \times 12 \text{ meses} = 719,52 \frac{\text{kg de COV}}{\text{mes}}$$

Por lo anterior, la emisión de COV de esta unidad desengrasadora es 59,96 kg/mes, es decir, 719,52 kg/año.

¹⁰ Tomado de MinAmbiente, 2021b, p. 65.

Ejemplo 4

Estimación de emisiones de mercurio al aire mediante factores de emisión

Un establecimiento quema 500.000 toneladas al año de carbón en una cámara de combustión de lecho fluidizado para generar energía.¹¹ Los compuestos de mercurio están presentes en el carbón y el mercurio elemental se forma como subproducto de la combustión. El mercurio

se libera directamente al aire a partir del proceso de combustión, pero no hay datos de monitoreo disponibles. La instalación identifica un factor de emisión relevante en la AP-42 de la US EPA: 0,11 lb de mercurio emitido/1.000.000 lb de carbón quemado en este tipo de unidad de combustión.

Inicialmente se convierten las unidades del factor de emisión:

$$F_E = \frac{0,11 \text{ lb de Hg emitido}}{1.000.000 \text{ lb carbón quemado}} \times \frac{0,45359 \text{ kg de Hg emitido}}{1 \text{ lb de Hg emitido}} \\ \times \frac{1 \text{ lb de carbón quemado}}{0,45359 \text{ kg de carbón quemado}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \\ F_E = \frac{110 \text{ kg de Hg emitido}}{1.000.000 \text{ t carbón quemado}}$$

Para el cálculo de la emisión se emplea la Ecuación 7.

$$E = A \times F_E$$

donde:

E = emisión

A = tasa de actividad o cantidad anual manejada

F_E = factor de emisión

Remplazando la información de producción en la ecuación, se obtiene:

$$E = 500.000 \frac{\text{t}}{\text{año}} \times \frac{110 \text{ kg de Hg emitido}}{1.000.000 \text{ t carbón quemado}} \\ E = 55 \frac{\text{kg Hg emitido}}{\text{año}}$$

En conclusión, se liberan 55 kg de mercurio a través de la chimenea cada año.

¹¹ Tomado de US EPA, 2018, p. 16.

Ejemplo 5

Estimación de emisiones de xileno al aire mediante balance de masas

Un establecimiento emplea xileno para fabricar su producto adhesivo.¹² Durante el proceso productivo, se generan emisiones fugitivas de xileno al aire. No hay datos de monitoreo disponibles y tampoco hay disponible ningún factor de emisión adecuado. Sin embargo, el establecimiento

tiene información sobre las entradas y salidas, por lo que utiliza un enfoque de balance de masas. Durante el período de balance, se añadieron 5.000 kg de xileno durante el año como parte de la fabricación del adhesivo y el producto adhesivo final contiene 4.950 kg de xileno.

El balance de la operación se obtiene mediante la Ecuación 8.

$$E = ME - MS$$

donde:

E = emisión

ME = masa que entra al proceso

MS = masa que sale del proceso

$$E = 5.000 \frac{\text{kg de xileno}}{\text{año}} - 4.950 \frac{\text{kg de xileno}}{\text{año}} = 50 \frac{\text{kg de xileno}}{\text{año}}$$

En consecuencia, las emisiones fugitivas de xileno al aire de este proceso corresponden a 50 kg/año.

¹² Tomado de US EPA, 2018, p. 17.

Ejemplo 6

Estimación de emisiones de fenoles totales al agua mediante medición directa (caracterización analítica)

En el proceso de fabricación de papel, un establecimiento descarga fenoles en sus aguas residuales, en una operación que se realiza 365 días al año.¹³ Las aguas residuales fueron monitoreadas por un

laboratorio acreditado por medio de dos caracterizaciones puntuales durante el período de balance, encontrando las concentraciones que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3
Ejemplo de concentraciones reportadas de fenoles totales

Fecha	Concentración de fenoles totales (mg/L)	Caudal (m³/d)
1 de marzo	1,0	3,5 × 10³
8 de septiembre	0,8	3,9 × 10³

Fuente: Adaptado de US EPA, 2018, p. 18.

Sobre la base de la información presentada, se requiere estimar las emisiones de fenoles para el período de reporte. Para esto, primero se debe calcular la carga contaminante promedio a partir de la concentración y el caudal.

$$\begin{aligned} \text{Descarga}_{\text{marzo}} &= 1,0 \frac{\text{mg fenoles}}{\text{L}} \times \frac{1.000\text{L}}{1\text{m}^3} \times 3.500 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times \frac{\text{kg}}{1*10^6\text{mg}} \\ \text{Descarga}_{\text{marzo}} &= 3,5 \frac{\text{kg fenoles}}{\text{d}} \\ \text{Descarga}_{\text{septiembre}} &= 0,8 \frac{\text{mg fenoles}}{\text{L}} \times \frac{1.000\text{L}}{1\text{m}^3} \times 3.900 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times \frac{\text{kg}}{1*10^6\text{mg}} \\ \text{Descarga}_{\text{septiembre}} &= 3,12 \frac{\text{kg fenoles}}{\text{d}} \\ \text{Descarga}_{\text{promedio}} &= \frac{3,5 \frac{\text{kg fenoles}}{\text{d}} + 3,12 \frac{\text{kg fenoles}}{\text{d}}}{2} \\ \text{Descarga}_{\text{promedio}} &= 3,31 \frac{\text{kg fenoles totales}}{\text{d}} \end{aligned}$$

Una vez obtenida la descarga promedio, se calcula la emisión de fenoles con base en los días de descarga.

$$E = 3,31 \frac{\text{kg fenoles totales}}{\text{d}} \times 365 \frac{\text{d}}{\text{año}} = 1.208,15 \frac{\text{kg fenoles totales}}{\text{año}}$$

Se tiene entonces que, para el período de balance, el establecimiento realiza una emisión de fenoles totales de 1.208,15 kg.

¹³ Ejemplo con base en US EPA, 2018, p. 18.

Ejemplo 7

Estimación de emisiones mediante medición directa (caracterización analítica)

Un establecimiento emite cierto contaminante al aire en una operación de 1.800 horas al año.¹⁴ Se han realizado tres caracterizaciones de las emisiones en el período de balance, como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4
Ejemplo de concentraciones medidas de un contaminante dado

n.º de medición	Concentración medida (mg/Nm³)	Caudal medido (Nm³/hora)
1	5,0	420
2	4,0	840
3	2,0	632

Fuente: Adaptado de Comunidad de Madrid, 2023, p. 17.

Se desea calcular la emisión del contaminante para el período de balance, por lo que se puede emplear la Ecuación 3.

$$C_{mp} = \frac{\sum (C_i \times Q_i)}{\sum Q_i}$$

donde:
C_{mp} = concentración media ponderada por el caudal
C_i = concentración medida en el análisis/medición i
Q_i = caudal medido en el análisis/medición i
i = número de análisis/mediciones realizadas en período de balance

$$C_{mp} = \frac{\left(5 \frac{\text{mg}}{\text{Nm}^3} \times 420 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}}\right) + \left(4 \frac{\text{mg}}{\text{Nm}^3} \times 840 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}}\right) + \left(2 \frac{\text{mg}}{\text{Nm}^3} \times 632 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}}\right)}{\left(420 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} + 840 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} + 632 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}}\right)}$$
$$C_{mp} = 3,55391 \frac{\text{mg}}{\text{Nm}^3}$$

¹⁴ Ejemplo tomado de Comunidad de Madrid, 2023, p. 17.

El caudal medio se calcula mediante la Ecuación 4.

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\sum Q_i}{n}$$

donde:
 Q_{medio} = caudal medio
 Q_i = caudal medido en el análisis/medición i
i = número de análisis/mediciones realizadas en el año
n = número total de análisis/mediciones realizadas en el año

$$Q_{\text{medio}} = \frac{420 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} + 840 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} + 632 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}}}{3}$$
$$Q_{\text{medio}} = 630,6667 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}}$$

Finalmente, con la C_{mp} y el Q_{medio} , se emplea la Ecuación 5 para calcular la emisión.

$$E = \frac{C_{mp} \times Q_{\text{medio}} \times h}{10^6}$$

donde:
E = emisión
 C_{mp} = concentración media ponderada por el caudal
 Q_{medio} = caudal medio
h = número total horas de funcionamiento en el año

$$E = \frac{\left(3,55391 \frac{\text{mg}}{\text{Nm}^3} \times 630,6667 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}} \times 1.800 \frac{\text{h}}{\text{año}} \right)}{\left(\frac{1.000.000 \text{ mg}}{\text{kg}} \right)}$$
$$E = 4,00344 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Por lo anterior, se tiene una emisión de la sustancia contaminante de 4,00344 kg/año.

Ejemplo 8

Estimación de emisiones de dióxido de azufre (SO₂) mediante monitoreo continuo

Un establecimiento cuenta con un muestreador continuo de emisiones de dióxido de azufre (SO₂) en un proceso productivo que se lleva a cabo durante 24 horas al día, 48 semanas al año.¹⁵ Los datos del monitoreo continuo de emisiones son representativos de las operaciones anuales y se presentan como el promedio de seis

días a la semana. Los datos recolectados se presentan a continuación:

E1 = 13,2 kg/h
E2 = 12,6 kg/h
E3 = 11,2 kg/h
E4 = 12,2 kg/h
E5 = 14,0 kg/h
E6 = 13,4 kg/h

Con base en los datos recolectados y empleando la ecuación que se presenta a continuación, se calcula la emisión de SO₂.

$$E = n \sum (E_i \times t)$$

donde:

E = tasa de emisión de contaminantes [kg/año]

E_i = tasa de emisión de contaminantes durante el período de tiempo t [kg/h]

t = período de tiempo para la medición de emisiones [h]

n = número de semanas que la planta funciona al año

$$E = \frac{\left[\left(13,2 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 24\text{h} \right) + \left(12,6 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 24\text{h} \right) + \left(11,2 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 24\text{h} \right) + \left(12,2 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 24\text{h} \right) + \left(14 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 24\text{h} \right) + \left(13,4 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 24\text{h} \right) \right]}{\text{semana}} \times \frac{48 \text{ semanas}}{\text{año}}$$
$$E = 88.243 \frac{\text{kg de SO}_2}{\text{año}}$$

Sobre la base de lo presentado, el establecimiento generó una emisión de 88.243 SO₂ en el año.

¹⁵ Ejemplo tomado de UK Environment Agency, 2024.

Ejemplo 9

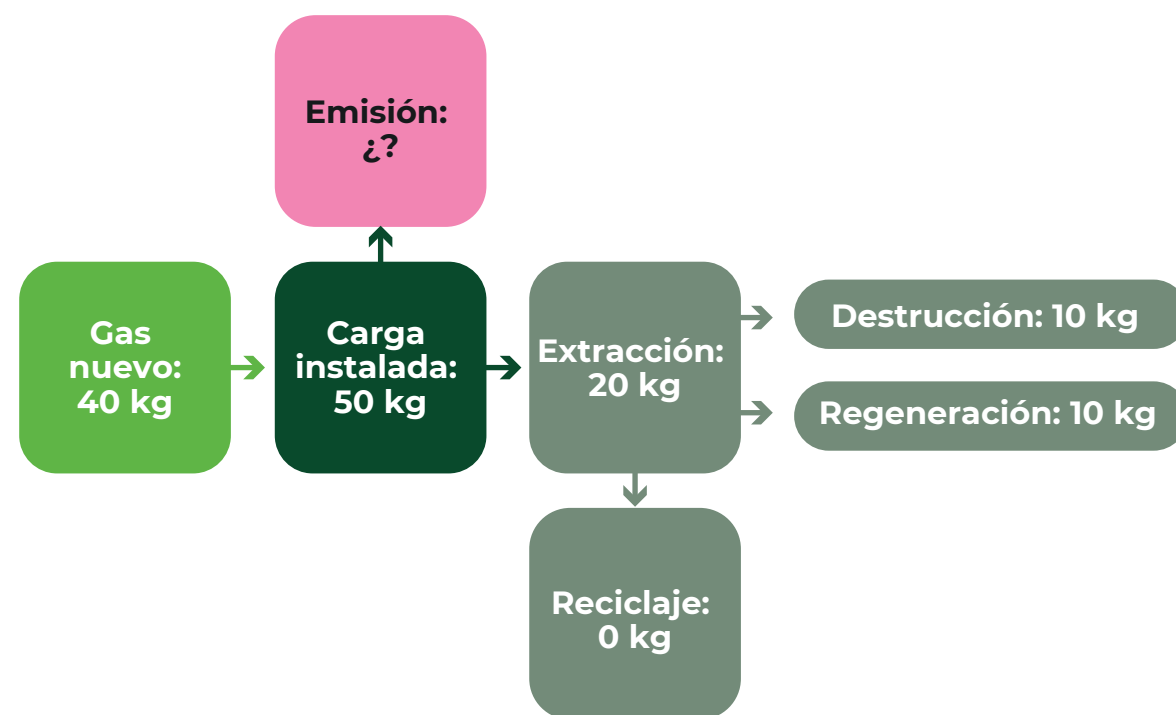
Estimación de emisiones de SCPM mediante balance de masas

Un establecimiento de procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos (CIU 4 A.C.: 1011) emplea gas refrigerante R-507A (SCPM) en un cuarto frío. El establecimiento tiene una carga instalada de 50 kg de R-507A —supera el umbral de cantidad de refrigerante de acuerdo con la carga instalada en total de equipos de refrigeración y acondicionamiento de aire fijo (HFC puras y mezclas) definido en el anexo 1.5 de la Resolución 0839 de 2023—.

En el período de balance, el establecimiento empleó para el mantenimiento y recarga 40 kg de gas refrigerante R-507A nuevo. Igualmente, en el período de balance, de la unidad de refrigeración se extrajeron 20 kg del gas refrigerante R-507A, de los cuales se regeneraron 10 kg y 10 kg se enviaron a destrucción (tratamiento térmico). No se recicló gas refrigerante. El ejemplo descrito se puede representar gráficamente de la siguiente manera:

Ilustración 7

Representación gráfica del ejemplo de estimación de emisiones de SCPM mediante balance de masas



Para determinar la emisión mediante balance de masas, se puede emplear la Ecuación 8:

$$E = ME - MS$$

donde:

E = emisión [kg/año]

ME = masa que entra al proceso [kg/año]

MS = masa que sale del proceso [kg/año]

Remplazando los términos, se obtiene:

$$E = 40 \frac{\text{kg}}{\text{año}} - 10 \frac{\text{kg}}{\text{año}} - 10 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$
$$E = 20 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

A partir de lo descrito, el establecimiento generó una emisión de 20 kg de gas refrigerante R-507A en el período de balance.



CAPÍTULO 7

Conclusiones y recomendaciones

El RETC de Colombia se establece mediante la Resolución 0839 de 2023 como parte del RUA; es resultado del esfuerzo y articulación interinstitucional e intersectorial, orientado a proporcionar información al público que apoye el seguimiento por parte de las autoridades ambientales, la identificación y evaluación de posibles riesgos para la salud humana o el ambiente, la formulación y evaluación de políticas y regulaciones ambientales, la formulación, implementación y evaluación de iniciativas para la prevención y reducción de la contaminación.

El RETC puede aportar múltiples beneficios para el país por medio de la captura de información sobre contaminantes liberados por diferentes actividades productivas en el territorio nacional, que pueden representar riesgo para la salud o el

ambiente, y su difusión al público y demás partes interesadas.

El RETC representa beneficios para el sector productivo, enmarcados en el conocimiento sobre el progreso de las acciones de mejora ambiental que se realiza desde los establecimientos. El seguimiento a las emisiones y transferencias puede ser beneficioso para las industrias que analizan el desempeño ambiental y la eficiencia de sus procesos, ya que contribuye a la identificación de oportunidades para mejorar los procesos a fin de prevenir o reducir la contaminación, minimizar las pérdidas de materia prima y productos.

El RETC de Colombia contempla diversos métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias. Estos incluyen métodos de medición directa

(caracterización analítica), factores de emisión, balances de masas, otros cálculos y estimado. La selección del método para la estimación de emisiones contaminantes es determinante, y se realiza teniendo en cuenta que tanto la representatividad como el costo pueden variar significativamente. Las ventajas y desventajas de los diversos métodos de determinación o estimación de las emisiones y transferencias deben considerarse al evaluar su aplicabilidad para cada caso en concreto. La decisión de cuál método utilizar se basa en las emisiones y sus fuentes, los parámetros regulados por la normativa ambiental vigente, la precisión necesaria, la información disponible y los costos comparativos entre los métodos.

Cada método presenta ventajas, desventajas y consideraciones. En este

sentido, es pertinente seleccionar la técnica de estimación de emisiones que sea más adecuada de acuerdo con las características del establecimiento y la información disponible.

Existen diversas fuentes de información para identificar las sustancias o residuos que se generan en el establecimiento. Entre estos, los datos derivados del cumplimiento de obligaciones ambientales, datos de seguimiento de condiciones ambientales, datos provenientes de los inventarios, datos de procedimientos, datos provenientes de actividades complementarias a los procedimientos, datos de ingeniería, datos sobre las especificaciones de los materiales y los productos y referencias generales acerca de estimaciones de emisiones.

Los pasos generales para determinar los datos de una emisión o transferencia consisten en preparar un diagrama de flujo; identificar las sustancias químicas contaminantes y las posibles fuentes de emisión; reconocer los tipos de emisiones y transferencias; y determinar el método de estimación más apropiado.

Es importante tener en cuenta que los parámetros físicos, químicos y bióticos que estén regulados por la normativa ambiental vigente deberán determinarse utilizando los métodos de medición especificados en

dichas normas. Cuando no se especifique en la normativa ambiental vigente un método de determinación para un parámetro en particular, se deberá utilizar la mejor información disponible por métodos de medición directa (caracterización analítica) o indirecta (factores de emisión balances de masa, otros cálculos, estimado), preferiblemente los recomendados por la OCDE, o en su defecto los de la US EPA, los de la ASTM o los de otra organización con reconocimiento internacional en la materia (MinAmbiente, 2023; MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Este documento proporciona una colección de materiales nacionales e internacionales de orientación sobre estimación de emisiones y transferencias en el marco del RETC, presentados como un listado de enlaces de interés. Los usuarios podrán encontrar documentos sobre estimación de emisiones y transferencias, centros de recursos, guías, informes, manuales, enlaces web de los distintos RETC en el mundo y artículos académicos, entre otros. Es deber del usuario revisar la pertinencia de la información contenida en el listado, y determinar su aplicabilidad a las condiciones

y características de su establecimiento, ya que la información que se provee es de carácter indicativo y se recomienda revisar su aplicabilidad.

La utilidad de los datos de emisiones y transferencias radica en su precisión y comparabilidad con otros establecimientos, sectores, regiones o países. Precisamente por esto, los establecimientos sujetos a reporte del RUA deben garantizar la calidad de la información presentada, y tener en cuenta los criterios de completitud, consistencia y conformidad.

Glosario

Aguas Residuales Domésticas (ARD).

Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a:

- 1. Descargas de los retretes y servicios sanitarios.
- 2. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), las áreas de cocinas y cocinetas, las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos, y el lavado de ropa (no se incluyen las de los servicios de lavandería industrial)

(MinAmbiente, 2015b. Artículo 2).

Aguas Residuales no Domésticas (ARnD).

Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen Aguas Residuales Domésticas (ARD (MinAmbiente, 2015b. artículo 2).

Aprovechamiento y/o valorización. Es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el

reciclado o la regeneración (MinAmbiente, 2015a. artículo 2.2.6.1.1.3).

Concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido.

La relación existente entre su masa y el volumen del líquido que lo contiene (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.3.3.1.3).

Disposición final. Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.6.1.1.3).

Emisión. Es la introducción de contaminantes al agua, aire y suelo, liberada por cualquier actividad, procedentes de las fuentes fijas o difusas de contaminación, sea habitual o accidental (MinAmbiente, 2023, anexo 1, numeral 2).

Para una fuente fija de contaminación en el RETC (establecimiento), las emisiones incluyen: 1) los vertimientos a cuerpos de agua, al alcantarillado sin tratamiento por parte de terceros o al suelo en el establecimiento o fuera del establecimiento no destinados a tratamiento; 2) otras

descargas de aguas residuales al agua o al suelo en el establecimiento o fuera del establecimiento no destinadas a tratamiento; 3) las emisiones al aire en el establecimiento; y 4) los derrames, escapes o fugas de aguas residuales al agua o al suelo y los escapes o fugas al aire.

El traslado fuera del establecimiento de las aguas residuales no destinadas a tratamiento se clasifica como una emisión, independientemente de que los vertimientos o descargas sean tratados o no previamente en una planta de tratamiento de aguas residuales en el establecimiento (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Emisiones habituales. Son aquellas que se prevé serán derivadas de la producción durante el transcurso o el funcionamiento de las actividades que se realicen en el establecimiento (MinAmbiente, 2023, anexo 1, numeral 2).

Emisiones accidentales (contingencias). Son aquellas que no se prevé serán derivadas de la producción, resultantes de desarrollos incontrolados (fugas, derrames, incendios, explosión) durante el transcurso o el funcionamiento de las actividades del establecimiento (MinAmbiente, 2023,

anexo 1, numeral 2; MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Emisiones al agua. Para una fuente fija de contaminación en el RETC (establecimiento), las emisiones al agua incluyen: 1) vertimientos a cuerpos de agua; 2) vertimientos al alcantarillado sin tratamiento por parte de terceros; 3) otras descargas de aguas residuales al agua en el establecimiento o fuera del establecimiento no destinadas a tratamiento; y 4) los derrames, escapes o fugas de aguas residuales al agua. El traslado fuera del establecimiento de las aguas residuales no destinadas a tratamiento se clasifica como una emisión, independientemente de que los vertimientos o descargas sean tratados o no previamente en una planta de tratamiento de aguas residuales en el establecimiento (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Emisiones al aire. Es la descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, proveniente de una fuente fija o móvil (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.5.1.1.2). Para una fuente fija de contaminación en el RETC se incluyen las emisiones al aire en el establecimiento y los

escapes o fugas (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Emisiones al suelo. Para una fuente fija de contaminación en el RETC (establecimiento), las emisiones al suelo incluyen: 1) vertimientos al suelo en el establecimiento o fuera del establecimiento no destinados a tratamiento; otras descargas de aguas residuales al suelo en el establecimiento o fuera del establecimiento no destinadas a tratamiento; y los derrames, escapes o fugas de aguas residuales al suelo. El traslado fuera del establecimiento de las aguas residuales no destinadas a tratamiento se clasifica como una emisión, independientemente de que los vertimientos o descargas sean tratados o no previamente en una planta de tratamiento de aguas residuales en el establecimiento (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Establecimiento. Es un emplazamiento en el que se realiza, al menos, una actividad económica. Un emplazamiento puede interpretarse como una dirección concreta, o bien como una unidad geográfica, como es el caso de los proyectos, obras o actividades que por su extensión abarcan grandes áreas (MinAmbiente, 2023, artículo 7, párrafo 1).

Fuentes Fijas de Contaminación (FFC). Todo establecimiento cuya actividad económica puede emitir o transferir

contaminantes al aire, al agua o al suelo (MinAmbiente, 2023, anexo 1, numeral 2).

Fuentes Difusas de Contaminación (FDC). Son las fuentes dispersas desde las cuales pueden liberarse contaminantes al agua, al aire o al suelo, cuyo impacto conjugado en tales medios pueda ser significativo y respecto de las que no resulte factible obtener datos desglosados; por ejemplo, las quemas abiertas controladas en zonas rurales, los incendios forestales, el transporte vehicular, los caminos sin asfaltar desde los cuales se genera un levantamiento de polvo (MinAmbiente, 2023, anexo 1, numeral 2).

Fuente fija. Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.5.1.1.2).

Fuente fija puntual. Es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.5.1.1.2).

Fuente fija dispersa o difusa. Es aquella en que los focos de emisión al aire de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.5.1.1.2).

Para una fuente fija de contaminación en el RETC, se incluyen las emisiones al aire que no se liberan a través de un ducto o chimenea; por ejemplo, las emisiones de los tanques de combustible y otros tanques de almacenamiento de líquidos orgánicos volátiles, recipientes abiertos, manipulación de materiales, sistemas de ventilación, rejillas, ventanas o puertas abiertas en un establecimiento, escapes o fugas (equipos, válvulas, bridas, etc.) (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Generador de residuos o desechos peligrosos. Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, para los efectos del presente decreto se equipará a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.6.1.1.3).

Número CAS. Es un código numérico utilizado internacionalmente para identificar una sustancia específica, independientemente del número de maneras posibles que puede ser descrita (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Punto de descarga. Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento al cuerpo de agua,

al alcantarillado o al suelo (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.3.3.1.1).

Punto de descarga. Es el ducto, chimenea, dispositivo o sitio por donde se emiten los contaminantes a la atmósfera (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.5.1.1.2).

Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC). Es un catálogo o base de datos accesible al público de las emisiones y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos a la salud o al ambiente, provenientes de diversas fuentes. El RETC, incluye información sobre las emisiones y transferencias al aire, agua y suelo, así como sobre los residuos transportados a los sitios de aprovechamiento, tratamiento y disposición final (MinAmbiente, 2023, artículo 18).

Residuo o desecho. Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.6.1.1.3).

Residuo o desecho peligroso. Es aquel residuo o desecho que por sus

características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.6.1.1.3).

Riesgo. Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana y/o al ambiente (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.6.1.1.3)).

Sustancia química. Elemento químico y sus compuestos en estado natural u obtenidos mediante cualquier proceso de producción, incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resulten del proceso utilizado y excluidos los disolventes, que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición (MinAmbiente, 2021a, 2023, artículo 2.2.7B.1.1.3)).

Sustancias Controladas por el Protocolo de Montreal (SCPM). Son las sustancias listadas en los Anexos del Protocolo de Montreal: A, B, C, E y F. Anexo A: clorofluorocarbonos–CFC, halones. Anexo B: otros CFC completamente halogenados, tetracloruro de carbono, metil–cloroformo. Anexo C: hidroclorofluorocarbonos–HCFC, hidrobromofluorocarbonos–HBFC y bromoclorometano. Anexo E: metilbromuro. Anexo F: hidrofluorocarbonos – HFC (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Transferencia. Es el traslado fuera de los límites del establecimiento de contaminantes en aguas residuales destinadas a tratamiento o de residuos peligrosos destinados al aprovechamiento, tratamiento o disposición final (MinAmbiente, 2023, anexo 1, numeral 2).

Para una fuente fija de contaminación en el RETC (establecimiento), las transferencias incluyen: transferencias en aguas residuales destinadas a tratamiento y transferencias en residuos peligrosos.

Las transferencias en aguas residuales destinadas a tratamiento incluyen: 1) vertimientos al alcantarillado para tratamiento por parte de terceros; 2) vertimientos al suelo fuera del establecimiento destinados al tratamiento; 3) otras descargas de aguas residuales al agua o al suelo fuera del establecimiento destinadas a tratamiento.

El traslado fuera del establecimiento de las aguas residuales destinadas a tratamiento se clasifica como una transferencia, independientemente de que los vertimientos o descargas sean tratados o no previamente en una planta de tratamiento de aguas residuales en el establecimiento (MinAmbiente & Lizarazo Martínez, 2024).

Tratamiento. Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valorización o para minimizar los riesgos para la salud humana y al ambiente (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.6.1.1.3).

Umbral. Es la condición mínima a partir de la cual los establecimientos sujetos a reporte deberán informar las emisiones y transferencias al RETC a través del RUA (MinAmbiente, 2023, anexo 1, numeral 2).

Vertimiento. Descarga final a un cuerpo de agua, un alcantarillado o el suelo de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.3.3.1.1).

Vertimiento puntual. El que se realiza a partir de un medio de conducción, del cual se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua, el alcantarillado o el suelo (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.3.3.1.1).

Vertimiento no puntual. Aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua o al suelo, tal es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares (MinAmbiente, 2015a, artículo 2.2.3.3.1.1).

Anexo

Listado de enlaces de interés y enlaces en los cuales están disponibles las metodologías existentes a nivel nacional e internacional para la estimación de emisiones y transferencias

1 Resource Compendium of PRTR Release Estimation Techniques, Part 1: Summary of Point Source Techniques-Third edition

Compendio de recursos sobre técnicas de estimación de emisiones del RETC, parte 1: resumen de técnicas de fuentes puntuales-Tercera edición

https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/11/resource-compendium-of-prtr-release-estimation-techniques-part-1-summary-of-point-source-techniques-third-edition_8a563c4a/3ac5cedb-en.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2024	Documento de orientación general	OCDE	OCDE

Resumen:

El documento provee información sobre los aspectos conceptuales y generales de las técnicas de estimación de emisiones. Proporciona antecedentes, contexto e información sobre técnicas de estimación de emisiones para fuentes puntuales. Se centra en la aplicación de técnicas de estimación y enfoques fundamentales utilizados para estimar las emisiones de fuentes puntuales, incluido un resumen de las técnicas de estimación de emisiones por fuente y por país. Desarrolla aspectos sobre la aplicación de las técnicas de estimación de emisiones, abarcando tipo de contaminante, medio, tipo de fuente, escala espacial y temporal para reporte.

El documento presenta un resumen de las principales técnicas de estimación de emisiones para fuentes puntuales de emisión al aire, agua y suelo, así como una descripción general de las técnicas de estimación de emisiones puestas a disposición por los RETC de algunos países pertenecientes a la OCDE. Proporciona un catálogo de las técnicas disponibles para estimar las emisiones de fuentes puntuales y resume información para su aplicación. Provee una lista de informes y otros documentos que describen los diversos métodos que se utilizan en los países miembros de la OCDE para estimar las emisiones y transferencias de contaminantes de fuentes puntuales.

Los anexos contienen información sobre el tipo de técnicas disponibles en 11 países de la OCDE y de la Agencia Europea de medio ambiente.

2

Resource Compendium of PRTR Release Estimation Techniques Part III: Summary of Techniques for Estimating Quantities Transferred, Released or Disposed

Compendio de recursos de técnicas de estimación de emisiones RETC parte III: resumen de técnicas para estimar cantidades transferidas, emitidas o dispuestas

https://cwm.unitar.org/cwmplatformscms/site/assets/files/1233/env-jm-mono_2017_1.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2017	Documento de orientación general	OCDE	OCDE

Resumen:

El documento describe métodos y consideraciones para determinar las cantidades de un contaminante que se ha liberado al ambiente (emisiones) o se ha gestionado de otro modo como residuo (transferencias). Proporciona una descripción general de ejemplos de transferencias que contienen sustancias químicas de interés, las fuentes de esas transferencias, las sustancias químicas incluidas y los métodos de gestión para estas transferencias.

El capítulo 1 presenta la descripción general y el propósito del documento, que es describir métodos y consideraciones para determinar las cantidades de un contaminante que ha sido transferido, emitido o eliminado. El capítulo 2 presenta ejemplos de varios flujos de desechos y aguas residuales industriales que pueden resultar en transferencias, y ejemplos de algunos flujos de desechos y aguas residuales y sus fuentes. Estos ejemplos pretenden proporcionar el punto de partida para un análisis más detallado que debe realizarse en cada instalación, independientemente del sector industrial. El capítulo 3 presenta cuatro razones para transferir cantidades fuera del sitio; reciclaje, recuperación de energía, tratamiento y eliminación, teniendo en cuenta que, al desarrollar un programa RETC, es útil considerar el destino de una transferencia y su gestión. El capítulo 4 describe consideraciones sobre el destino final de las sustancias químicas contenidas en los desechos o aguas residuales que se transfieren fuera del establecimiento y presenta ejemplos sobre cómo evitar la doble contabilidad de las cantidades de sustancias químicas emitidas y transferidas. El capítulo 5 describe técnicas de estimación que pueden aplicarse para calcular cantidades de sustancias químicas en transferencias. El documento proporciona un estudio de caso sobre refinación de petróleo, que incluye descripciones detalladas de las operaciones unitarias, identificación de sustancias químicas en los desechos/aguas residuales generadas y cálculos para determinar las cantidades de sustancias químicas transferidas, emitidas o eliminadas. El capítulo 6 describe cómo se aplican las técnicas de estimación de manera sistemática en una instalación para estimar las cantidades transferidas, emitidas o eliminadas. Se presentan cuatro pasos para determinar cantidades.

3 Guidance Document on Elements of a PRTR: Part 1

Documento de orientación sobre los elementos de un RETC: parte 1

https://www.oecd.org/en/publications/guidance-document-on-elements-of-a-prtr-part-1_96870849-en.html

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2014	Documento de orientación general	OCDE	OCDE

Resumen:

El documento proporciona información sobre los elementos de un RETC, orientada a los gobiernos nacionales que se encuentran en las etapas de diseño o verificación de un RETC. Presenta aspectos por tener en cuenta para los usuarios de los datos del RETC. Analiza los elementos que pueden hacer parte del diseño de un RETC, como las técnicas de estimación de emisiones, incluyendo técnicas de estimación de emisiones disponibles y cómo documentar las técnicas utilizadas para estimar las cantidades notificadas; además de aspectos como el desarrollo eficiente del sistema; difusión de la información del RETC; publicación de datos del RETC para su uso en análisis a escala global; y aspectos de la elaboración de informes.

4 Framework for Selecting and Applying PRTR Release Estimation Techniques

Marco para la selección y aplicación de técnicas de estimación de emisiones de los RETC, serie sobre los RETC n.º 9

<https://cwm.unitar.org/cwmplatformscms/site/assets/files/1234/untitled.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2005	Documento de orientación general	OCDE	OCDE

Resumen:

El documento proporciona información sobre los principios generales para la estimación de las emisiones de un establecimiento; la aplicabilidad de las diversas técnicas de estimación de emisiones; cuestiones que deben tenerse en cuenta al aplicar las técnicas; y aspectos que respaldarían la evaluación de los datos de emisiones. El documento se enfoca en proporcionar una idea de los problemas prácticos asociados con la producción de datos de emisiones en los establecimientos. Adicionalmente, el documento está diseñado para ayudar a los gerentes de proyectos de RETC y a los analistas de políticas, proporcionándoles una perspectiva de las cuestiones prácticas asociadas con la producción de datos de emisiones in situ y la aplicación del enfoque de abajo hacia arriba para la estimación de emisiones.

El capítulo 1 presenta aspectos prácticos de la estimación de emisiones e introduce los elementos de un programa de producción de datos de emisiones. El capítulo 2 proporciona información sobre los principios generales para la producción de datos de emisiones a partir de fuentes puntuales, presenta criterios para seleccionar las técnicas de estimación de emisiones y aspectos sobre la calidad en la producción e incertidumbre en los datos de emisiones. El capítulo 3 aborda cuestiones específicas de cada técnica de estimación de emisiones y aspectos por tener en cuenta al seleccionar las técnicas de estimación de emisiones, así como en la producción de datos de entrada y aplicar las técnicas de estimación. Los anexos 1 a 3 presentan ejemplos prácticos de aplicación de técnicas de estimación de emisiones en tres ramas industriales.

5 Resource Centre for Pollutant Release and Transfer Registrants Release Estimation Techniques

Centro de recursos para técnicas de estimación de emisiones de solicitantes de registro de emisiones y transferencias de contaminantes

<https://www.oecd.org/chemicalsafety/pollutant-release-transfer-register/622314-release-estimation-techniques.htm>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2024	Centro de recursos	OCDE	OCDE

Resumen:

Este enlace web proporciona información de la OCDE sobre diversos aspectos del RETC. Presenta contenido organizado en los siguientes subtítulos:

- Seguimiento de las emisiones de contaminantes por país, contaminante o sector.
- Cómo abordar la contaminación industrial mediante documentos de referencia sobre las mejores técnicas disponibles (Best Available Techniques Reference Documents - BREF).
- Centro de recursos para registrantes de emisiones y transferencias de contaminantes - Técnicas de estimación de emisiones.
- Usos de los datos y herramientas del RETC..
- Bases de datos útiles sobre el RETC.
- Serie de la OCDE sobre prevención y control de emisiones de contaminantes

El Centro de recursos para registrantes de emisiones y transferencias de contaminantes - Técnicas de estimación de emisiones provee una tabla interactiva que proporciona un compendio de documentos y manuales de orientación sobre las diferentes técnicas de estimación de emisiones disponibles en los principales RETC desarrollados por los países miembros de la OCDE. Se incluyen en los manuales y documentos información descriptiva sobre las fuentes de contaminación y los contaminantes que se liberan al ambiente, también se presenta información sobre factores de emisión, métodos de balance de masa, cálculos de ingeniería e información de monitoreo. El documento proporciona enlaces a documentos de orientación del RETC. Permite filtrar por las siguientes categorías: tipo de documento, sector objetivo, palabras clave, país e idioma.

6 Addressing Industry Concerns Related to PTRs

Atención a las preocupaciones de la industria relacionadas con los RETC

https://cwm.unitar.org/cwmplatformscms/site/assets/files/1482/5_addressing_industry_concerns_related_to_prtrs.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2020	Documento de orientación general	UNITAR	UNITAR

Resumen:

El documento aborda algunas de las principales preocupaciones de los establecimientos en relación con el RETC. Se centra principalmente en las funciones del gobierno y la industria, por lo que el documento se construyó con base en las preocupaciones identificadas a partir de los aportes de representantes de la industria y el gobierno en relación con la fase de implementación de varios RETC, además de las investigaciones publicadas sobre la implementación de los RETC. La información que se presenta en el documento se basa en las experiencias de los programas RETC existentes. Se abordan las siguientes inquietudes: ¿cómo sabrá una empresa si necesita presentar informes?, ¿cómo obtendrá y compilará una empresa los datos requeridos del RETC?, ¿la publicación de los datos perjudicará la competitividad de una empresa?, ¿cómo se pueden evitar las malas interpretaciones y el mal uso de los datos?, ¿qué carga de recursos supondrá la presentación de informes para una empresa?

7 Guidance for Facilities on PTR Data Estimation and Reporting

Orientación para instalaciones sobre estimación y presentación de datos del RETC

https://cwm.unitar.org/cwmplatformscms/site/assets/files/1483/6_guidance_for_facilities_on_ptr_data_estimation_and_reporting.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2020	Documento de orientación general	UNITAR	UNITAR

Resumen:

El documento tiene por objetivo contribuir a los establecimientos a hacer un uso eficaz de los datos que posiblemente ya se encuentren disponibles o que se pueden obtener con facilidad para estimar las emisiones y transferencias de contaminantes para la presentación de informes RETC. El documento se encuentra dividido en tres partes (A, B y C). Esta guía no busca ser un documento exhaustivo ni analiza procesos industriales específicos ni da recomendaciones específicas de los métodos, pero sí las descripciones y orientaciones para su uso.

La parte A da orientación para ayudar a administradores de los establecimientos en la comprensión de los requisitos de la presentación de informes RETC, los tipos de información que probablemente necesitará para estimar los datos y dónde se puede encontrar dicha información. Esta sección proporciona ideas sobre cómo organizar el proceso de recopilación de datos y presentación de informes a nivel del establecimiento.

La parte B ofrece una guía detallada paso a paso, orientada al personal técnico que participa en la identificación de emisiones y transferencias, y en la estimación de varios elementos de datos necesarios para la preparación del informe del RETC.

La parte C presenta una descripción general de los métodos de estimación de emisiones al aire, al agua y al suelo. El documento indica las circunstancias para las que podría ser más adecuado cada método, ofreciendo algunas orientaciones básicas y presentando ilustraciones para orientar su uso.

8

Pollutant Release and Transfer Register Capacity Building Library: A Compilation of Resource Documents (2nd Edition, 2003)-Estimation and Reporting of Emission Releases

Biblioteca de creación de capacidad del registro de emisiones y transferencias de contaminantes: recopilación de documentos de recursos (segunda edición, 2003)-Estimación y presentación de informes de emisiones

https://cwm.unitar.org/publications/publications/cbl/prtr/cat5_list.html

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2003	Repositorio de documentos	UNITAR	UNITAR

Resumen:

Este enlace web tiene como propósito ayudar a los gobiernos y las partes interesadas a tomar decisiones informadas en el diseño de sistemas RETC nacionales. Comprende documentos y recursos orientadores para los países en la implementación del RETC. Se incluyen aspectos como legislación y recomendaciones de políticas relacionadas con los RETC; informes de datos RETC; documentos de orientación internacional sobre el diseño del RETC; documentos sobre difusión pública, derecho a saber y evaluaciones de datos; orientación sobre la estimación de emisiones; informes de conferencias internacionales, talleres y eventos relacionados; y sitios web de RETC. Presenta información de las técnicas de estimación de emisiones de países como Australia, Canadá, Japón, Reino Unido, Estados Unidos, y de instituciones como OCDE, UNITAR y OMS.

9

Collection of International Guidance Materials on Pollutant Release and Transfer Registers

Colección de materiales de orientación internacionales sobre los RETC

https://cwm.unitar.org/cwmplatformscms/site/assets/files/1270/collection_of_international_guidance_materials_on_prtrs.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2017	Documento-repositorio de referencias guía	UNITAR	UNITAR

Resumen:

El documento compila información sobre materiales de orientación y fuentes de información sobre el RETC, incluyendo información acerca de los acuerdos ambientales multilaterales —multilateral environmental agreements (MEAs)—, que toman en cuenta los RETC como una herramienta para la transparencia y el monitoreo y prevención de la contaminación. Contiene información organizada en los siguientes subtítulos: diseño e implementación de un sistema nacional de RETC; evaluación de la infraestructura nacional del RETC; identificación de elementos clave del sistema de RETC; reporte de datos; técnicas de estimación; fuentes puntuales; fuentes no puntuales; transferencias fuera del establecimiento; implementación de la prueba piloto; desarrollo de la propuesta nacional del RETC; comunicación de datos y concientización; herramientas electrónicas; y sitios web de los RETC y presenta un mapa global de estos registros.

10 **PRTR: Learn.**
RETC: Aprender.

<https://prtr.unitar.org/site/prtr-learn>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés (con subtítulos en español)	-	Módulos de aprendizaje con videos	UNITAR	UNITAR
Resumen: La página proporciona cinco módulos de capacitación sobre diferentes aspectos del desarrollo e implementación del RETC, en el que se brindan herramientas para el aprendizaje para comunicar con eficacia los datos reportados por las industrias, qué técnicas de estimación de emisiones se pueden utilizar y recomendaciones sobre el desarrollo de marcos legales para los RETC. Los módulos se basan en videos, y el objetivo consiste en ayudar y apoyar a todas las partes interesadas involucradas en el diseño o implementación de sistemas RETC nacionales: gobiernos, funcionarios estatales, industrias, ONG, academia y el público en relación con el RETC.				

11 **PRTR Platform**
Plataforma RETC

<https://prtr.unitar.org/site/home>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	UNITAR	UNITAR
Resumen: Enlace Web de UNITAR sobre registros de emisiones y transferencia de contaminantes en la que se compila información sobre este tema, incluyendo definiciones básicas, acceso a documentos y capacitaciones en video sobre registros de emisiones y transferencia de contaminantes. El sitio está diseñado para que los usuarios puedan aprender sobre diferentes aspectos de los RETC a través del aula virtual PRTR: Learn, así como sobre proyectos en curso y eventos relacionados con los RETC.				

12 Reference Guide to Emission Estimation Models for Pollutant Release and Transfer Registers

Guía de referencia para modelos de estimación de emisiones para los RETC

<https://cwm.unitar.org/publications/publications/cbl/prtr/pdf/cat5/eemodels.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2000	Documento de orientación general	WHO	WHO

Resumen:

El documento provee una guía de referencia en la que se presentan y analizan algunas técnicas de estimación de emisiones, organizadas de manera que permita al usuario identificar los métodos y recursos que serán más útiles para la implementación de un programa de RETC. El documento presenta una descripción general de algunos de los métodos de estimación de emisiones que están disponibles: el inventario rápido de la OMS, el modelo Corinair de la Unión Europea y factores de emisión de la US EPA. Presenta una matriz de comparación de estimaciones de emisiones al aire y al agua, comparando las técnicas de estimación de emisiones para diversos contaminantes y actividades económicas.

13 Guía para la implantación del E-PRTR

Guía para la implantación del E-PRTR

[https://prtr-es.miteco.gob.es/Data/images//Gu%C3%ADa%20Implantaci%C3%B3n%20E-PRTR%20Septiembre%202006%20\(en%20espa%C3%B1ol\)-AAAF44342FE7DB1C.pdf](https://prtr-es.miteco.gob.es/Data/images//Gu%C3%ADa%20Implantaci%C3%B3n%20E-PRTR%20Septiembre%202006%20(en%20espa%C3%B1ol)-AAAF44342FE7DB1C.pdf)

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2006	Documento de orientación general	Comisión Europea	Comisión Europea

Resumen:

El documento proporciona orientación general sobre los diversos procesos de presentación de informes establecidos en el E-PRTR. El documento está diseñado con el propósito de respaldar la implementación del E-PRTR, abordando, entre otros temas, los procedimientos de presentación de informes; los datos que se deben presentar; garantía y evaluación de la calidad; confidencialidad; determinación de emisiones, métodos analíticos y metodologías de muestreo; indicación de las empresas matrices; y codificación de actividades. El enfoque principal del documento de orientación es la parte inferior de la cadena de información, en la que la información es generada por los operadores de las instalaciones y la calidad de esta información es evaluada por las autoridades competentes.

14 **Guía para la implementación del Protocolo sobre el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes del Convenio sobre Acceso a la Información, Participación Pública en la Toma de Decisiones y Acceso a la Justicia en Materia Ambiental**

Guía para la Implementación del Protocolo sobre el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes del Convenio sobre Acceso a la Información, Participación Pública en la Toma de Decisiones y Acceso a la Justicia en Materia Ambiental

https://unece.org/DAM/env/pp/prtr/docs/2008/RETC_ESPA%C3%91OL_SICA.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2008	Guía	UNECE	UNECE

Resumen:

El documento proporciona una guía orientada a ayudar a las partes del protocolo de la UNECE sobre el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes protocolo RETC a interpretar y cumplir con sus obligaciones. Adicionalmente, busca ayudar a los responsables de los países que consideren la adhesión al protocolo a evaluar y prepararse para estas obligaciones. También proporciona información para los usuarios potenciales en la comprensión y el aprovechamiento de los sistemas del RETC. Busca promover la comprensión del protocolo, con énfasis en el papel del público en la promoción de un mejor desempeño ambiental por medio del estudio y el uso de los RETC. Entre otros, abarca aspectos como los orígenes y evolución del mecanismo del RETC; recolección y manejo de datos; difusión de los datos y acceso público; una lista de la revisión de los diferentes tipos de métodos de determinación para la estimación de emisiones y transferencias de contaminantes de los establecimientos.

15 **PRTR.net**
PRTR.net

<https://prtr.unece.org/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	UNECE	UNECE

Resumen:

Este sitio web ofrece un portal global de información y actividades relacionadas con el RETC de países y organizaciones a escala global. Tiene como objetivo ayudar a los países en el desarrollo, la implementación y la mejora de los programas RETC. El sitio es un aula virtual sobre el RETC abierta a todos los países. La plataforma busca facilitar y apoyar el intercambio de información para el desarrollo de sistemas nacionales del RETC; permitir que los países accedan a personas y organizaciones con experiencia y conocimiento sobre el RETC; y crear un entorno virtual para apoyar la creación de capacidad en materia del RETC mediante el uso de tecnología moderna. Presenta información sobre los RETC en el mundo y objetivos de la creación del RETC.

16 Air Pollutant Emission Estimation Methods for E-PRTR Reporting by Refineries

Métodos de estimación de emisiones de contaminantes atmosféricos para la elaboración de informes E-PRTR por parte de refinerías

https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/Rpt_19-4.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2019	Documento de técnicas de estimación de emisiones	Concawe	Concawe

Resumen:

El informe proporciona el conjunto de acciones que permite la estimación de contaminantes al aire y presenta distintos factores de emisión para emisiones de contaminantes al aire desde fuentes fijas en refinerías de petróleo. Concawe, entidad que realiza investigaciones sobre cuestiones ambientales relevantes para la industria petrolera, presenta una serie de recomendaciones para la estimación de contaminantes donde no se han realizado mediciones y elementos para el reporte del RETC.

17 Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for the Natural Gas and Oil Industry

Compendio de metodologías de emisiones de gases de efecto invernadero para la industria del gas natural y el petróleo

<https://www.api.org/~media/files/policy/esg/ghg/2021-api-ghg-compendium-110921.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2021	Documento de técnicas de estimación de emisiones	Estados Unidos	American Petroleum Institute

Resumen:

El documento recopila una amplia colección de factores de emisión y metodologías para estimar las emisiones de GEI, basándose en los documentos públicos actualmente disponibles. Describe procedimientos detallados para las conversiones entre diferentes sistemas de unidades de medida, realizando especial énfasis en la implementación de estándares de la industria del petróleo y el gas natural. Adicionalmente, el documento proporciona descripciones de la variedad de operaciones de la industria del petróleo y el gas natural, en sus diversos segmentos, y las fuentes de emisiones de GEI asociadas que deben considerarse. El documento desarrolla ejemplos de inventarios de emisiones, basados en instalaciones seleccionadas de varias operaciones de la industria del petróleo y el gas natural, para demostrar la aplicabilidad de las metodologías presentadas.

18 AP-42: Compilation of Air Emissions Factors from Stationary Sources

AP-42: Recopilación de factores de emisión atmosférica de fuentes fijas

<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors-stationary-sources>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2023	Web con capítulos	Estados Unidos	US EPA

Resumen:

Este sitio web presenta la compilación de factores de emisión de contaminantes del aire de fuentes fijas (estacionarias) AP-42, de la US EPA. Estos factores de emisión han sido publicados desde 1972. La web contiene factores de emisión e información de procesos para más de 200 categorías de fuentes de contaminación del aire, entendidas estas categorías como un sector industrial específico o un grupo de fuentes de emisión similares. La US EPA ha desarrollado y compilado los factores de emisión a partir de datos de pruebas de fuentes, estudios de balance de materiales y estimaciones de ingeniería. La información se presenta como enlaces en la web para cada capítulo que compone la AP-42.

19 1995 Protocol for Equipment Leak Emission Estimates

1995 Protocolo para estimaciones de emisiones de fugas de equipos

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1006KE4.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1995+Thru+1999&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C95thru99%5CTxt%5C00000025%5CP1006KE4.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	1995	Documento de orientación general	Estados Unidos	US EPA

Resumen:

Este protocolo proporciona un conjunto de enfoques para generar estimaciones de emisiones específicas de unidades de proceso. El documento presenta factores de emisión para muchos equipos comunes derivados de mediciones de la tasa de fuga realizadas en instalaciones de la industria de fabricación de productos químicos orgánicos sintéticos, refinerías de petróleo, operaciones de producción de petróleo y gas y otros sectores. Los factores de emisión presentados no dependen del caudal, pero son específicos de cada sustancia química en la medida en que los líquidos se dividen en “livianos” y “pesados”, según la presión de vapor. Los factores de emisión que se presentan para los gases son los mismos, independientemente de la sustancia química.

20 Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas

Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Protocolo-Fuentes-Fijas.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2010	Protocolo	Colombia	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible)

Resumen:

El documento presenta el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas. Describe los procedimientos de medición de emisiones atmosféricas, incluyendo la medición directa, el balance de masas, los factores de emisión y el uso simultáneo de procedimientos de medición. Establece las consideraciones que se deben tener en cuenta para la elaboración de los estudios de emisiones atmosféricas. Presenta consideraciones asociadas con el monitoreo de emisiones. Describe la determinación de la altura de la chimenea en relación con la adopción de buenas prácticas de ingeniería. Presenta los requerimientos de funcionamiento de algunos sistemas de control de emisiones atmosféricas. Describe el plan de contingencia de los sistemas de control de emisiones atmosféricas. Lista algunos de los sistemas de control de emisiones molestas que pueden ser instalados y las variables de operación que se deben controlar para su adecuado funcionamiento. Presenta los requisitos de la prueba de quemado para instalaciones donde se realice tratamiento térmico de residuos peligrosos.

21 Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas

Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas

https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/GUIA_PARA_LA_ELABORACION_DE_INVENTARIOS_DE_EMISIONES_ATMOSFERICAS.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2017	Guía	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Resumen:

Esta guía es un documento de referencia que compila los principales criterios técnicos que son necesarios para el desarrollo de un inventario de emisiones atmosféricas. Presenta información sobre los procedimientos y metodologías existentes para la elaboración de inventarios de emisiones, aplicando criterios de calidad, coherencia, integridad, comparabilidad, representatividad y transparencia. Presenta información detallada sobre los inventarios de emisiones atmosféricas; el desarrollo de un inventario; y muestra una descripción de las diferentes clasificaciones de fuentes, incluyendo las fijas, móviles y naturales, así como algunos de los métodos y ejemplos para la estimación o determinación de las emisiones.

22 **Guía nacional para el control, monitoreo y seguimiento de emisiones de compuestos orgánicos volátiles**

Guía nacional para el control, monitoreo y seguimiento de emisiones de compuestos orgánicos volátiles
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/GUIA-EMISIONES-COMPUESTOS-VOLATILES3-1.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2021	Guía	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Resumen:

El documento compila los principales criterios técnicos, los procedimientos y las metodologías para la preparación de un inventario de emisiones. Describe la importancia de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), sus efectos en la salud y las principales fuentes de emisión de estos contaminantes. Identifica los principales sectores productivos que generan estos compuestos. Presenta recomendaciones para las industrias en sus instalaciones generadoras de emisiones de los COV. Realiza recomendaciones de acciones de contingencia para controlar y atender episodios de contaminación por los COV. Presenta métodos de cuantificación y monitoreo de los COV: balance de masas, factores de emisión y medición directa.

23 **Informe del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 1990-2018 y Carbono Negro 2010-2018 de Colombia**

Informe del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 1990-2018 y Carbono Negro 2010-2018 de Colombia
<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Annex%20BUR3%20COLOMBIA.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2022	Informe	Colombia	IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, Cancillería

Resumen:

El documento contiene el Tercer Informe Bienal de Actualización dirigido a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Incluye los resultados del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de 2015 a 2018, y una actualización del INGEI de 1990 a 2014. Incluye por primera vez los resultados del Inventario de Carbono Negro de 2010 a 2018. El documento surge en cumplimiento de la obligación de elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12, los inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que serán acordadas por la Conferencia de las Partes. Entre otros aspectos, desarrolla las metodologías usadas para la estimación de las categorías clave; la metodología y consideraciones para la estimación de la incertidumbre..

24

Tercer Informe Bienal de Actualización de cambio climático de Colombia (BUR3) dirigido a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

Tercer Informe Bienal de Actualización de cambio climático de Colombia (BUR3) dirigido a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2021	Informe	Colombia	IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, Cancillería

Resumen:

El documento contiene el Tercer Informe Bienal de Actualización dirigido a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Incluye los resultados del INGEI de 2015 a 2018 y una actualización del mismo documento de 1990 a 2014. Incluye por primera vez los resultados del Inventario de Carbono Negro de 2010 a 2018. El documento surge en cumplimiento de la obligación de elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12, los inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que serán acordadas por la Conferencia de las Partes. Entre otros aspectos, desarrolla las metodologías usadas para la estimación de las categorías clave; la metodología y consideraciones para la estimación de la incertidumbre en el marco de su evaluación general.

25

Modelo conceptual para la implementación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en Colombia

Modelo conceptual para la implementación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en Colombia

<https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/11/DOC-20241031-WA0079..pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2024	Modelo conceptual	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Lizarazo Martínez, P.N.

Resumen:

El documento proporciona elementos conceptuales, normativos y metodológicos, entre otros, para la comprensión e implementación del RETC de Colombia. Presenta antecedentes nacionales e internacionales que dieron paso al RETC nacional, describe los elementos que lo componen, y plantea la importancia de los datos del RETC, así como sus beneficios para los diferentes sectores del país. Identifica y presenta las metas, objetivos, alcances y listas de residuos peligrosos y sustancias sujetos a reporte en el RETC. Introduce los métodos de determinación de emisiones y transferencias, así como los umbrales, medios y métodos de determinación de reporte en el RETC. Explica qué sectores reportarán al RETC, cuáles son las entradas y salidas de información, y el aseguramiento de la calidad de la información. Señala y desarrolla las actividades y responsables para la implementación del RETC en Colombia y los pasos hacia la armonización del RETC de Colombia con otros sistemas y subsistemas de información nacional y otros RETC a nivel internacional.

26 Manual para el diligenciamiento de la información en el Registro Único Ambiental-RUA por parte de los establecimientos

Manual para el diligenciamiento de la información en el Registro Único Ambiental-RUA por parte de los establecimientos
https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2026/07/instructivo_inscripcion_en_linea_establecimientos_publicacion.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2024	Manual	Colombia	IDEAM

Resumen:
El manual provee información necesaria para que los establecimientos realicen el diligenciamiento de la información en el Registro Único Ambiental (RUA). Presenta información clave, como qué es el RUA y a quién le aplica; qué es el RETC y cómo se articula con el RUA; lista de sustancias y residuos sujetos a reporte en el RETC y sus respectivos umbrales y medio(s) de reporte; métodos de determinación de los parámetros físicos, químicos y bióticos; articulación del RUA con el Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA); inscripción de establecimientos sujetos al RUA; recomendaciones para el diligenciamiento del RUA; instrucciones para ingreso al aplicativo y para el cambio de contraseña. Presenta funcionalidades generales del RUA, así como instrucciones para el diligenciamiento por capítulos del RUA. Desarrolla las diversas funcionalidades disponibles en el menú principal.

27 Manual de diligenciamiento del Registro Único Ambiental (RUA) por parte de los establecimientos. Parte 1: Instrucciones para la inscripción en línea por parte de los establecimientos sujetos a reporte del RUA

Manual de diligenciamiento del Registro Único Ambiental (RUA) por parte de los establecimientos. Parte 1: Instrucciones para la inscripción en línea por parte de los establecimientos sujetos a reporte del RUA
<https://car1.car.gov.co/uploads/files/682b8d5db5ba1.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2024	Manual	Colombia	IDEAM

Resumen:
Este manual contiene las indicaciones relacionadas con el proceso para solicitar la inscripción en línea ante la autoridad ambiental competente, por parte de establecimientos sujetos al diligenciamiento y actualización anual del RUA, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 0839 de 2023. Señala la funcionalidad de la inscripción en línea para diversos usuarios (migrados y nuevos). Presenta la información relevante para el envío de la solicitud de inscripción a la autoridad ambiental competente.

28 Resolución 0839 de 2023

Resolución 0839 de 2023

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/10/RES.-0839-DE-2023.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2023	Resolución	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Resumen:

Resolución por la cual se sustituye la Resolución 0941 de 2009 en lo relacionado con el SIUR y el RUA, se adoptan el Protocolo para el monitoreo y seguimiento del SIUR para los sectores productivos y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y se toman otras determinaciones. La resolución contiene cuatro capítulos y dos anexos: capítulo 1-SIUR, capítulo 2-RUA; capítulo 3-Requisitos y procedimientos del RUA, protocolo para el monitoreo y seguimiento del SIUR para los sectores productivos, y RETC; capítulo 4-Disposiciones finales; anexo 1-Protocolo para el monitoreo y seguimiento del SIUR para los sectores productivos; y anexo 2-Formato para la solicitud de inscripción en el RUA.

29 Prueba piloto del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC). Documento consolidado de las diferentes fases para su desarrollo

Prueba piloto del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC). Documento consolidado de las diferentes fases para su desarrollo

<https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Documento-Prueba-piloto-RUA-RETC-30112021.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2021	Documento	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Resumen:

El documento presenta la prueba piloto del RETC realizada para Colombia a por medio de su plataforma base del RUA, en la que se probó el diseño preliminar a una escala limitada, permitiendo adquirir experiencia en la gestión y operación de un ciclo de reporte, e identificar inconvenientes o problemas potenciales que permitan tomar acciones correctivas previas a la implementación nacional. El documento presenta los elementos principales del RETC en Colombia; las fases de la prueba piloto, su planeación, objetivos; la preparación; planeación y programación de las fases de implementación, análisis y evaluación del piloto del RETC; implementación de la prueba piloto del RETC; análisis y evaluación de la prueba piloto del RETC; conclusiones; y recomendaciones.

30 Documento CONPES 3868. Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas

Documento CONPES 3868. Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3868.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2016	Política	Colombia	Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES)

Resumen:

Este documento CONPES busca integrar de manera coherente los procesos de gestión del riesgo y las etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas para cubrir el amplio espectro de los problemas asociados con su uso, visto desde la óptica de la sustancia química y las instalaciones donde se usan. El documento propone acciones que buscan reducir los efectos adversos a la salud y al ambiente por medio de la puesta en marcha de los programas de gestión de sustancias químicas de uso industrial y de prevención de accidente mayor, promovidos por los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible; de Salud y Protección Social; del Trabajo; y de Comercio, Industria y Turismo; así como la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), en los que participan otras entidades del Gobierno nacional con competencias en el tema. El documento presenta los antecedentes nacionales e internacionales y la justificación, el marco normativo, el marco conceptual, el diagnóstico, la definición de la política y las recomendaciones.

31 Resolución 0631 de 2015

Resolución 0631 de 2015

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2015	Resolución	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Resumen:

Se establecen los parámetros y los valores LMP en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales, y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

32 Resolución 0883 de 2018

Resolución 0883 de 2018

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-0883-de-2018.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2018	Resolución	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Resumen:

Se establecen los parámetros y los valores LMP en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas marinas, y se dictan otras disposiciones.

33 Resolución 0699 de 2021

Resolución 0699 de 2021

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-0699-de-2021.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2021	Resolución	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Resumen:

Se establecen los parámetros y los valores LMP en los vertimientos puntuales de ARD tratadas al suelo, y se dictan otras disposiciones

34 Resolución 1256 de 2021

Resolución 1256 de 2021

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/Resolucion-1256-de-2021.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2021	Resolución	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Resumen:

Se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones.

35 Resolución 0909 de 2008

Resolución 0909 de 2008

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-909-de-2008.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2008	Resolución	Colombia	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible)

Resumen:

Se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.

36 Norma Técnica Colombiana ISO 14064-1. Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero

Norma Técnica Colombiana ISO 14064-1. Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero

<https://tienda.icontec.org/product/gases-de-efecto-invernadero-parte-1-especificacion-con-orientacion-a-nivel-de-las-organizaciones-para-la-cuantificacion-y-el-informe-de-las-emisiones-y-remociones-de-gases-de-efecto-invernadero/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2020	Norma Técnica Colombiana	Colombia	Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC)

Resumen:

Esta Norma Técnica Colombiana (NTC especifica los principios y requisitos para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de GEI a nivel de organización. Incluye requisitos para diseño, desarrollo, gestión, informe y verificación del inventario de GEI de una organización.

37 Listado de laboratorios acreditados

Listado de laboratorios acreditados

<https://www.ideam.gov.co/nuestra-entidad/estudios-ambientales/listado-de-laboratorios-acreditados-10-de-noviembre-2025>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2025	Base de datos	Colombia	IDEAM

Resumen:

Listado de laboratorios acreditados para matrices agua, aire, suelo, aceite dieléctrico, biosólido, biota, lodo, residuos peligrosos y sedimentos.

38 Estimación de emisiones de GEI (CO2 y CH4) generadas durante el transporte de gas natural en Colombia, aplicando metodología IPCC

Estimación de emisiones de GEI (CO2 y CH4) generadas durante el transporte de gas natural en Colombia, aplicando metodología IPCC

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistafuentes/article/view/3830>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2013	Artículo	Colombia	Acevedo, Oscar; Jaramillo, Julián; Abril, Henry

Resumen:

Actualmente, la metodología más utilizada en la estimación de emisiones de GEI en la industria es la propuesta por el IPCC. Por medio de esta, el artículo presenta la estimación de emisiones de los GEI dióxido de carbono (CO2) y metano (CH4) generadas durante las actividades de transporte de gas natural en Colombia. Adicionalmente, el artículo presenta cómo se determinaron las fuentes potenciales de emisiones para la red de transporte de gas natural del país y plantea algunas recomendaciones de mejora que se pueden implementar para disminuir estas emisiones.

39 Consideraciones generales sobre la estimación de emisiones

Consideraciones generales sobre la estimación de emisiones

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/metodologias-estimacion-emisiones.html>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2013	Sitio web	España	Ministerio para la Transición Ecológica

Resumen:

En este sitio web del Sistema Español de Inventario de Emisiones (SEI), se establecen las metodologías utilizadas para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos, siguiendo directrices y metodologías validadas internacional y europeamente, y sometiénolas periódicamente a procesos de revisión y control de calidad. Presenta las metodologías que se documentan mediante Fichas Sectoriales, las cuales describen los procedimientos empleados para cada actividad emisora, incluyendo sectores como energía, industria, transporte, emisiones fugitivas, procesos industriales, uso de productos, residuos y agricultura.

40 Manual for PRTR Release Estimation Methods

Manual de métodos de estimación de emisiones del RETC

<https://www.env.go.jp/en/chemi/prtr/manual/index.html>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2004	Documento	Japón	Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de Japón

Resumen:

El manual se divide en tres secciones. La parte I (Conceptos básicos), presenta el procedimiento de evaluación de empresas y sustancias que requieren notificación, y el procedimiento básico de cálculo de la cantidad emitida/transferida y de realización de notificaciones, así como un ejemplo de hoja de cálculo. La parte II (Interpretaciones) brinda el procedimiento de evaluación de empresas y sustancias que requieren notificación; procedimiento de cálculo de la cantidad emitida/transferida y de realización de notificaciones, además de un ejemplo de hoja de cálculo para la estimación de emisiones. La parte III (Materiales) presenta ejemplos de cálculo en procesos típicos; preguntas y respuestas frecuentes; cómo obtener manuales de cálculo por categoría de establecimientos; datos útiles para evaluar la liberación; un glosario; y un resumen normativo.

41 Emission Estimation Technique Manuals

Manuales de técnicas de estimación de emisiones

<https://www.dcceew.gov.au/environment/protection/npi/reporting/industry-reporting-materials/emission-estimation-technique-manuals>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2023	Web	Australia	Australia Government, Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water

Resumen:

Este enlace web contiene manuales de técnicas de estimación de emisiones del Departamento de Cambio Climático, Energía, Medio Ambiente y Agua del Gobierno de Australia. Contiene indicaciones para el uso de los 94 manuales de técnicas de estimación de emisiones aprobados para el uso por parte de la industria australiana. Los manuales de técnicas de estimación están ordenados por sector industrial. Algunos sectores industriales pueden requerir uno o más manuales. Contiene adicionalmente la Guía del Inventario Nacional de Contaminantes —Australian National Pollutant Inventory (NPI Australia)—, que debe utilizarse junto con todos los manuales. Presenta también manuales de emisiones para fuentes difusas.

42 Guide for Reporting to the National Pollutant Release Inventory

Guía para la presentación de informes al Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes.

<https://publications.gc.ca/site/eng/9.506026/publication.html>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Canadá	Gobierno de Canadá

Resumen:

El documento contiene indicaciones para la presentación de informes al Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes (NPRI) canadiense, orientado a las emisiones y transferencias de instalaciones industriales, institucionales, comerciales y de otros tipos. Proporciona una descripción de estos métodos de estimación y ejemplos que utilizan los métodos de estimación. Como parte de la información general y descripción de los requisitos de presentación de informes, el documento presenta métodos para estimar cantidades de sustancias NPRI, incluidos sistemas de monitoreo continuo de emisiones, monitoreo predictivo de emisiones, balance de masa, factor de emisión específico del sitio, factor de emisión publicado y estimaciones de ingeniería, entre otros.

43 Guía metodológica para la estimación de emisiones provenientes de fuentes puntuales, RETC

Guía metodológica para la estimación de emisiones provenientes de fuentes puntuales, RETC

<https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/e1fdc0ac-ef2a-4f2c-b09e-0c297966356d>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2019	Documento	Chile	Ministerio del Medio Ambiente

Resumen:

Esta guía tiene por objetivo desarrollar una metodología para estimar emisiones orientada al diseño de políticas públicas que busquen reducir la contaminación atmosférica de distintas localidades del territorio chileno. Entre otros aspectos, contiene información sobre estimación de emisiones de fuentes puntuales, equipos de abatimiento, caracterización de los combustibles y metodología para estimación de factores de emisión locales. Explica la estimación de emisiones mediante factores de emisión, así como la obtención de mediciones de emisiones por medio de balances de masa y medición directa en chimenea, entre otros.

44 Guide for Reporting to the National Pollutant Release Inventory 2022-2024

Guía para la presentación de informes al Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes 2022-2024

<https://publications.gc.ca/site/eng/9.506026/publication.html>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2022	Documento	Canadá	Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá

Resumen:

Guía diseñada para ayudar a los propietarios y operadores de establecimientos para que puedan comprender los requisitos de presentación de informes del NPRI. Asimismo, para que puedan determinar si deben presentar informes al NPRI. La guía proporciona una descripción general de los requisitos de presentación de informes para todas las sustancias del NPRI, y brinda información sobre materiales de orientación adicionales que abordan sectores, actividades y sustancias específicos. Los requisitos descritos en esta guía se aplican a 2022, 2023 y 2024. Incluye información y ejemplos sobre técnicas de estimación de emisiones como sistemas de monitoreo continuo de emisiones, monitoreo predictivo de emisiones, monitoreo directo, balance de masas, factores de emisión, estimaciones de ingeniería.

45 Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2006	Documento	IPCC	IPCC

Resumen:

El documento proporciona metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de GEI e informarlos a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Entre otros, presenta métodos de estimación como factores de emisión, balance de masas y modelación. Adicionalmente, provee conjuntos de factores de estimación para las distintas actividades abarcadas.

El documento se divide en cinco volúmenes: volumen 1 (Orientación general y generación de informes), volumen 2 (Energía), volumen 3 (Procesos industriales y uso de productos), volumen 4 (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra) y volumen 5 (Desechos). El volumen 1 contiene capítulos que brindan una orientación interdisciplinaria detallada por temas. Los Volúmenes 2, 3, 4 y 5 contienen capítulos que brindan una orientación metodológica para las categorías específicas de emisión y absorción, junto con recomendaciones concretas para incertidumbre, garantía y control de calidad, coherencia de la serie temporal y generación de informes. El IPCC informa que las directrices del IPCC de 2006 siguen ofreciendo una base metodológica técnicamente sólida para la medición de los inventarios nacionales de GEI. “El Perfeccionamiento de 2019 actualiza, suplementa y elabora dichas directrices cuando los autores señalaron que existían lagunas o estaba obsoleta su base científica. El Perfeccionamiento de 2019 debe utilizarse en combinación con las Directrices del IPCC de 2006”.

46 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Perfeccionamiento de 2019 de las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2019	Documento	IPCC	IPCC

Resumen:

Documento de actualización de la versión 2006. El documento proporciona metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de GEI e informarlos a la CMNUCC. Entre otros, presenta métodos de estimación como factores de emisión, balance de masas y modelación. Adicionalmente provee conjuntos de factores de estimación para las distintas actividades abarcadas.

El documento se divide en cinco volúmenes: volumen 1 (Orientación general y generación de informes), volumen 2 (Energía), volumen 3 (Procesos industriales y uso de productos), volumen 4 (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra) y Volumen 5 (Desechos). El volumen 1 contiene capítulos que brindan una orientación interdisciplinaria detallada por temas. Los volúmenes 2, 3, 4 y 5 contienen capítulos que brindan una orientación metodológica para las categorías específicas de emisión y absorción, junto con recomendaciones concretas para incertidumbre, garantía y control de calidad, coherencia de la serie temporal, y generación de informes. El IPCC informa que las Directrices del IPCC de 2006 siguen ofreciendo una base metodológica técnicamente sólida para la medición de los inventarios nacionales de GEI. “El Perfeccionamiento de 2019 actualiza, suplementa y elabora dichas directrices cuando los autores señalaron que existían lagunas o estaba obsoleta su base científica. El Perfeccionamiento de 2019 debe utilizarse en combinación con las Directrices del IPCC de 2006”.

47 Technical Guidance and Equations: Pollution Inventory Reporting

Guía técnica y ecuaciones: informes de inventarios de contaminación

<https://www.gov.uk/government/publications/pollution-inventory-reporting-guidance-notes/technical-guidance-and-equations-pollution-inventory-reporting>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Reino Unido	Environment Agency

Resumen:

La página proporciona información sobre la cuantificación de emisiones al aire y al agua, y la cuantificación de transferencia de residuos. Presenta factores de conversión de unidades y ecuaciones para la normalización de concentraciones de emisiones. Contiene particularmente información de los sectores papel y pulpa, alimentos y bebidas, combustión, productos químicos, metales, y refinerías.

48 Methodology Report on the Calculation of Emissions to Air from the Sectors Energy, Industry and Waste as used by the Dutch Pollutant Release and Transfer Register

Informe metodológico sobre el cálculo de las emisiones a la atmósfera de los sectores de la energía, la industria y los residuos, tal y como se utilizan en el RETC de los Países Bajos

<https://english.rvo.nl/sites/default/files/2023-09/ENINA%202019-0018.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2019	Documento	Países Bajos	National Institute for Public Health and the Environment

Resumen:

Este informe, preparado por el Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente, del Ministerio de Salud, Bienestar y Deporte de los Países Bajos, proporciona una descripción de los métodos empleados para la evaluación de las emisiones atmosféricas originadas en los sectores de la energía y la industria en el PRTR de la mencionada nación. El informe se divide en dos secciones, cada una trata dos métodos principales separados: Aire IPCC (Air IPCC), sobre los métodos para calcular las emisiones de GEI prescritos por el IPCC, y por otra parte, Aire Real (Air Actual), método seguido por el PRTR de los Países Bajos para otras obligaciones de presentación de informes. Adicionalmente, el documento explica la diferencia entre los dos métodos principales y presenta descripciones generales de los cálculos de emisiones en las diferentes secciones.

49 Emission Estimation Technique Manuals

Manuales de técnicas de estimación de emisiones

<https://www.dcceew.gov.au/environment/protection/npi/reporting/industry-reporting-materials/emission-estimation-technique-manuals>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	1999	Documento	Australia	Australia Government, Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water

Resumen:

Con el propósito de ayudar a las instalaciones de fabricación, industriales y de servicios de Australia a informar las emisiones de las sustancias pertenecientes al NPI Australia, esta página del Departamento de Cambio Climático, Energía, Medio Ambiente y Agua del Gobierno de Australia proporciona 94 manuales de técnicas de estimación de emisiones para los diferentes sectores industriales. Los manuales describen procedimientos y enfoques recomendados para estimar las emisiones de las instalaciones dedicadas a distintas actividades económicas.

50 National Pollutant Inventory Guide
Guía del Inventario Nacional de Contaminantes

https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/npi-guide-version-6.1-september-2015.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2015	Documento	Australia	Australia Government, Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water

Resumen:
Esta guía proporciona orientación general sobre cómo estimar emisiones y transferencias de sustancias incluidas en el NPI Australia. No proporciona información sobre cómo estimar emisiones y transferencias de sustancias contaminantes para tipos de industria específicos, ya que se han desarrollado materiales de informes específicos para cada industria, incluidos los manuales de técnicas de estimación de emisiones.

51 Calculadora de emisiones-Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos-FECOC 2016
Calculadora de emisiones-Factores de emisión de los Combustibles Colombianos-FECOC 2016

https://app.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones1/new/calculadora.html

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2016	Web	Colombia	UPME

Resumen:
En esta página, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) pone a disposición del público la calculadora Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC) 2016, para un cálculo fácil de las emisiones de CO2. Con base en la metodología planteada por el IPCC, la calculadora FECOC 2016 tiene como objeto facilitar el cálculo de emisiones de CO2 generados por el aprovechamiento energético de los combustibles que actualmente hacen parte importante de la canasta energética colombiana. En esta, se contabilizan 57 combustibles, de los cuales 21 son nuevos y caracterizados en laboratorio, y 34 de los existentes han sido actualizados con datos trazables en concordancia con las normas IPCC. Esta calculadora es útil, entre otros aspectos, para estudios de diagnóstico de emisiones GEI a nivel organizacional e incluye diferentes tipos de combustibles como sólidos, líquidos, gaseosos, electricidad y combustible propio.

52 **Guía técnica de notificación de datos de la Región de Murcia para el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes PRTR-España**

Guía técnica de notificación de datos de la Región de Murcia para el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes PRTR-España

https://sftt.info/descargas/161222/guia_tecnica_notificacion_PRTR_CARM.pdf

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2022	Documento	España	Región de Murcia. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca, Medio Ambiente y Emergencias. Dirección General de Medio Ambiente

Resumen:

Teniendo en cuenta que el Reglamento E-PRTR establece la responsabilidad del titular de cada establecimiento en asegurar la calidad de la información por él comunicada, esta guía presenta un apoyo y orientación a los titulares de las industriales de la región de Murcia (España) para realizar el registro y la notificación anual de la información relativa a sus emisiones y transferencias de contaminantes. Entre otros temas, el documento presenta la determinación a partir de mediciones, cálculos y estimaciones para las sustancias contaminantes emitidas al aire, agua y suelo, así como las transferencias de residuos fuera de los establecimientos.

53 **Guía para la notificación de datos PRTR en la comunidad de Madrid**

Guía para la notificación de datos PRTR en la comunidad de Madrid

<https://www.comunidad.madrid/docs/assets/2025/12/11/cma-ma-guia-notif-cm-prtr-2025-v2.pdf>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2025	Documento	España	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior. Dirección General de Transición Energética y Economía Circular

Resumen:

Esta guía para la notificación de datos PRTR en la comunidad de Madrid presenta alternativas para la determinación de las cargas contaminantes anuales emitidas, señalando enfoques como cálculos realizados sobre la base de los resultados de las mediciones directas, en continuo o discontinuo, relativas a caudal de emisión y concentración en emisión del contaminante; cálculos realizados a partir de factores de emisión, balances de materia y variables de los procesos como el combustible utilizado, etc.; igualmente, estimaciones realizadas con base en opiniones o experiencias de expertos o en la aplicación de guías de buenas prácticas. La guía presenta algunos ejemplos prácticos de la aplicación de las técnicas de estimación de emisiones.

54 National Pollutant Inventory

Inventario Nacional de Contaminantes

<https://www.dcceew.gov.au/environment/protection/npi>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2023	Web	Australia	Departamento de cambio climático, energía, ambiente y agua, Gobierno de Australia

Resumen:

Sitio web del Inventario Nacional de Contaminantes de Australia.

55 National Pollutant Release Inventory

Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes

<https://www.canada.ca/en/services/environment/pollution-waste-management/national-pollutant-release-inventory.html>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2023	Web	Canadá	Government of Canada

Resumen:

Sitio web del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes de Canadá.

56 Toxics Release Inventory (TRI) Program

Programa de Inventario de Emisiones Tóxicas (TRI)

<https://www.epa.gov/toxics-release-inventory-tri-program>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	2024	Web	Estados Unidos	US EPA

Resumen:

Sitio web del Programa de Inventario de Emisiones Tóxicas (TRI) de Estados Unidos.

57 Gestión de sustancias químicas

Gestión de sustancias químicas
<https://quimicos.minambiente.gov.co/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	-	Web	Colombia	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Resumen:

Sitio web de Gestión de Sustancias Químicas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.

58 Registro de emisiones y transferencias contaminantes

Registro de emisiones y transferencias contaminantes
<https://retc.mma.gob.cl/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
E - Español	-	Web	Chile	Ministerio del Medio Ambiente

Resumen:

Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes de Chile.

59 PRTR-Pollutant Release and Transfer Register

RETC - Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
<https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/industrie/daten-industrie/prtr>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Alemán	2024	Web	Austria	Environment Agency Austria

Resumen:

Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes de Austria.

60 Protocol on Pollutants

Protocolo sobre contaminantes				
https://app.bruxellesenvironnement.be/PRTR/FR/index.htm				
Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Bélgica	Federal Public Service Public Health, Food Chain Safety and Environment
Resumen:				
Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes de Bélgica.				

61 Registar Onečišćivača Republike Hrvatske (RORH)

Registro de Contaminadores de la República de Croacia (RORH)				
https://roo.azo.hr/				
Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Croata	2018	Web	Croacia	Ministerio de Protección Ambiental y Transición Verde
Resumen:				
Sitio web del Registro de Contaminadores de la República de Croacia (RORH).				

62 Μητρώο Έκλυσης και Μεταφοράς Ρύπων της Κύπρου

Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes de Chipre				
www.prtr.dli.mlsi.gov.cy				
Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Griego	2017	Web	Chipre	Departamento de Inspección del Trabajo, Departamento de Medio Ambiente
Resumen:				
Sitio web del RETC de Chipre.				

63 Integrovaný Registr Znečištění Životního Prostředí (IRZ)

Registro Integrado de Contaminación Ambiental (IRZ)

www.irz.cz

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Checo	2021	Web	República Checa	Ministerio de Medio Ambiente

Resumen:

Sitio web del Registro Integrado de Contaminación Ambiental (IRZ) de Chequia.

64 PRTR

RETC

<https://mst.dk/erhverv/groen-produktion-og-affald/industri/prtr>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Danés	-	Web	Dinamarca	Agencia Danesa de Protección Ambiental

Resumen:

Sitio web del RETC de Dinamarca.

65 European Industrial Emissions Portal

Portal Europeo de Emisiones Industriales

<https://industry.eea.europa.eu/#/home>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	EEA	European Environment Agency (EEA)

Resumen:

Sitio web del Portal Europeo de Emisiones Industriales.

66 Saasteainete Heite-ja Ülekanderegister

RETC

<https://kliimaministeerium.ee/energeetika-maavarad/valisohk/prtr-register>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Estonio	2024	Web	Estonia	Ministerio del Clima

Resumen:

Sitio web del RETC (PRTR) de Estonia.

67 Päästötiedon tuottaminen ja ilmoittaminen päästörekistereihin (PRTR)

Producción de datos de emisiones y presentación de informes a registros de emisiones (PRTR)

<https://www.ymparisto.fi/fi/saasteettomuus-ja-ymparistoriskit/ilmansuojelu/ilman-epapuhtauksien-paastot-suomessa/paastotiedon-tuottaminen-ja-ilmoittaminen-paastorekistereihin>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Finés	-	Web	Finlandia	Administración Ambiental de Finlandia

Resumen:

Sitio web del RETC (PRTR) de Finlandia.

68 Registre Français des Émissions Polluantes

Registro Francés de Emisiones Contaminantes

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/registre-francais-des-emissions-polluantes/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Francés	-	Web	Francia	Ministerio de Transición Ecológica

Resumen:

Sitio web del Registro Francés de Emisiones Contaminantes.

69 Portal für transparente und frei zugängliche Umweltinformationen
Portal central alemán para información ambiental transparente y de libre acceso
www.thru.de

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Alemán	-	Web	Alemania	Agencia Federal de Medio Ambiente

Resumen:
Sitio web-portal central alemán para información ambiental transparente y de libre acceso.

70 Pollutant Release and Transfer Register
Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
<https://www.epa.ie/our-services/compliance--enforcement/whats-happening/pollutant-release-and-transfer-register/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Irlanda	Agencia de Protección Ambiental

Resumen:
Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Irlanda.

71 PRTR-Pollutant Release and Transfer Register
PRTR-Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
<https://www.gov.il/en/departments/topics/prtr/govil-landing-page>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Israel	Ministerio de Protección Ambiental

Resumen:
Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Israel.

72	Il Protocollo PRTR Protocolo RETC https://www.mase.gov.it/pagina/il-protocollo-prtr				
	Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
	Italiano	-	Web	Italia	Ministerio de Medio Ambiente y Seguridad Energética
Resumen: Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Italia.					
73	PRTR Information Plaza Japan Información del PRTR en Japón https://www.env.go.jp/en/chemi/prtr/about/overview.html				
	Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
	Inglés	-	Web	Japón	Ministerio de ambiente. Gobierno de Japón
Resumen: Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Japón.					
74	Piesārņojošo Vielu Emisiju un Pārneses Reģistrs Registro de emisiones y transferencias de contaminantes https://prtr.lvcmc.lv/				
	Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
	Letón	-	Web	Letonia	Centro Ambiental, Geología y Meteorología de Letonia
Resumen: Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Letonia.					

75 Europos Išleidžiamų ir Perduodamų Teršalų Registras

Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes

<https://aaa.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/tarsos-prevencija/kita-tarsos-prevencijos-informacija/europos-isleidziamu-ir-perduodamu-tersalu-registras/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Lituano	-	Web	Lituania	Agencia de Protección Ambiental

Resumen:
Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Lituania.

76 Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) Luxembourg

Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (PRTR) de Luxemburgo

<https://prtr.aev.etat.lu/prtr/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Luxemburgo	Administración Ambiental del Gobierno de Luxemburgo

Resumen:
Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Luxemburgo.

77 The Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)

El Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)

<https://era.org.mt/topic/prtr/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Malta	Autoridad de Ambiente y Recursos

Resumen:
Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Malta.

78 Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes-RETC

Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes-RETC

<https://www.gob.mx/semarnat%7Cretc/articulos/registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	-	Web	México	SEMARNAT

Resumen:

Sitio web del RETC de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México.

79 Emissieregistratie

Registro de Emisiones

<https://www.emissieregistratie.nl/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Neerlandés	-	Web	Países Bajos	Gobierno Nacional (Rijksoverheid)

Resumen:

Sitio web del Registro de Emisiones de Países Bajos.

80 The Norwegian PRTR

El RETC noruego

<https://www.norskeutslipp.no/en/Frontpage/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Noruega	Agencia Ambiental Noruega

Resumen:

Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de Noruega.

81 Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes-RETC

Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes-RETC
<https://www.minam.gob.pe/investigacion/registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes-retc/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	-	Web	Perú	Ministerio del Ambiente

Resumen:
Sitio web que contiene información del RETC de Perú.

82 Krajowy Rejestr Uwalniania i Transferu Zanieczyszcze (PRTR)

Registro Nacional de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)
<https://www.gov.pl/web/gios/krajowy-rejestr-uwalniania-i-transferu-zanieczyszczen-prtr2>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Polaco	-	Web	Polonia	Inspección Jefe de Protección Ambiental

Resumen:
Sitio web del RETC de Polonia.

83 Registo de Emissões e Transferência de Poluentes (PRTR)

Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (PRTR)
<https://www.ccdrc.pt/pt/areas-de-atuacao/fiscalizacao/areas-tematicas/registo-de-emissoes-e-transferencias-de-poluentes-prtr/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Portugués	-	Web	Portugal	Agência Portuguesa do Ambiente

Resumen:
Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (PRTR) de Portugal.

84

Emisii de Poluanți Atmosferici Și Controlul Poluării Industriale

Emisiones de contaminantes atmosféricos y control de la contaminación industrial

<https://mmediu.ro/domenii/mediu/controlul-poluarii/emisii-industriale/e-prtr/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Rumano	-	Web	Romania	Ministerio de Ambiente

Resumen:
Sitio web de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Control de la Contaminación Industrial del Ministerio de Ambiente de Rumanía.

85

National Registry of Pollution Sources

Registro Nacional de Fuentes de Contaminación

<https://sepa.gov.rs/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Serbia	Ministerio de Protección del Medio Ambiente. Agencia de Protección del Medio Ambiente

Resumen:
Sitio web de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Control de la Contaminación Industrial de Rumanía.

86

Národný Register Znečistovania „NRZ“

Registro Nacional de Contaminación NRZ

<https://nrz.shmu.sk/sk>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Eslovaco	-	Web	Eslovaquia	Ministerio de Ambiente

Resumen:
Sitio web del Registro Nacional de Contaminación NRZ de Eslovaquia.

87 Poročanje v Evropski Register Izpustov in Prenosov Onesnaževal (E-RIPO)

Presentación de informes al Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (E-RIPO)

<https://www.gov.si/zbirke/storitve/porocanje-v-evropski-register-izpustov-in-prenosov-onesnazeval-e-ripo/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Esloveno	-	Web	Eslovenia	Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Alimentación

Resumen:

Sitio web de la Presentación de informes al Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (E-RIPO) de Eslovenia.

88 Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes de España

Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes de España

<https://prtr-es.miteco.gob.es/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	2024	Web	España	Ministerio para la Transición Ecológica

Resumen:

Sitio web del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes de España.

89 Swedish Pollutant Release and Transfer Register

Registro Sueco de Emisiones y Transferencias de Contaminantes

utslappisiffror.naturvardsverket.se

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Suecia	Agencia Sueca de Protección Ambiental (Naturvårdsverket)

Resumen:

Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (PRTR) de Suecia.

90 SwissPRTR Pollutant Register

Registro de contaminantes RETC suizo

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/schadstoffregister-swissprtr.html>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Suiza	Oficina Federal de Ambiente (Federal Office for the Environment FOEN)

Resumen:

Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (SwissPRTR) de Suiza.

91 UK Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) data sets

Conjuntos de datos del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (PRTR) del Reino Unido

www.gov.uk/guidance/uk-pollutant-release-and-transfer-register-prtr-data-sets

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Reino Unido	Departamento de Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (Department for Environment, Food & Rural Affairs)

Resumen:

Sitio web del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (PRTR) del Reino Unido.

92 Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes

Registro de emisiones y transferencias de contaminantes

<https://portal.ministeriodesalud.go.cr/>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Español	-	Web	Costa Rica	Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (Ministerio de Ambiente y Energía)

Resumen:

Sitio web de la Dirección de Gestión de Calidad Ambiental (DIGECA), que hace parte del del Ministerio de Ambiente y Energía. Contiene información sobre el RETC de Costa Rica.

93 PRTR Information System

Sistema de Información del RETC

<https://icis.me.go.kr/prtr/english.do>

Idioma:	Año:	Tipo:	Organización o país:	Entidad o autor:
Inglés	-	Web	Corea del Sur	Ministerio de Ambiente

Resumen:

Sitio web del RETC (PRTR) de Corea del Sur.

Referencias

Charles Mussatti, D. (2002). Capítulo 4-Monitores. En D. Charles Mussatti (Ed.), *Manual de costos de control de la contaminación en el aire de la EPA* (EPA 452/B-02-002). Sección 2-Equipo genérico y dispositivos. (p. 44). <<https://www3.epa.gov/ttn/catc/cica/files/cs2ch4-s.pdf>>

Comunidad de Madrid. (2023). *Guía para la notificación de datos PRTR en la comunidad de Madrid* (p. 19). <https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/cma-ma-2023_12_guia_notificacion_prtr-comunidad_de_madrid_v0.pdf>

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). Política de Gestión del Riesgo Asociado al Uso de Sustancias Químicas CONPES 3868. En *Departamento Nacional de Planeación República de Colombia* (pp. 1-74). <<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3868.pdf>>

ICONTEC. (2020). *NTC-ISO 14064-1:2020. Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*. (p. 55).

IDEAM. (2025 v2). *Manual para el diligenciamiento de la información en el Registro Único Ambiental-RUA por parte de los establecimientos*.

IPCC. (2006a). Capítulo 1-Introducción a las directrices de 2006. En H.S. Eggleston, L. Buendía, K. Miwa, T. Ngara & K. Tanabe (Eds.), *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Vol. Volumen 1: IGES*. <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>>

IPCC. (2006b). Chemical Industry Emissions. En *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Vol. Volume 3: (pp. 1-110)*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/3_Volume3/19R_V3_Ch03_Chemical_Industry.pdf>

MAVDT. (2008). *Resolución 909 de 2008. Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones*.

MinAmbiente. (2015a). *Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*.

MinAmbiente. (2015b). *Resolución 631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones*. <<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf>>.

MinAmbiente. (2017). *Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/Guia_PARA_LA_ELABORACION_DE_INVENTARIOS_DE_EMISIONES_ATMOSFERICAS.pdf>

MinAmbiente. (2021a). *Decreto 1630 de 2021. Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la gestión integral de las sustancias químicas de uso industrial, incluida su gestión del riesgo*. <<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/Decreto-1630-de-2021.pdf>>

MinAmbiente. (2021b). *Guía nacional para el control, monitoreo y seguimiento de emisiones de compuestos orgánicos volátiles* (Vol. 2, p. 110). <<https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/guia-nacional-para-el-control-monitoreo-y-seguimiento-de-emisiones-de-compuestos-organicos-volatiles/>>

MinAmbiente. (2023). *Resolución 0839 de 2023. Por la cual se sustituye la resolución 0941 de 2009 en lo relacionado con el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables-SIUR y el Registro Único Ambiental-RUA, se adoptan el protocolo para el monitoreo* (p. 64). <<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/10/RES.-0839-DE-2023.pdf>>

MinAmbiente & Lizarazo Martínez, P.N. (2024). *Modelo conceptual para la implementación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en Colombia* (p. 163). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <<https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/11/DOC-20241031-WA0079..pdf>>

Ministerio de Ambiente del Gobierno de Japón. (2004). Basic procedure of calculating released / transferred quantity. En *Manual for PRTR Release Estimation Methods* (p. 27). <<https://www.env.go.jp/en/chemi/prtr/manual/pdf/mat01-6.pdf>>

MinTIC. (2022). *Guía de estándares de calidad e interoperabilidad de datos abiertos* (pp. 1-70). <https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-179118_recurso_5.pdf>

NPI Australia. (2015). *National Pollutant Inventory Guide (NPI) 2015* (Verion 6.1, Issue September, p. 53). <<http://www.npi.gov.au/system/files/resources/2e4b4a22-ae4f-4254-55a2-e0098b016897/files/npi-guide-version-6.1-september-2015.pdf>>

OCDE/CEPAL. (2014). *Evaluaciones del desempeño ambiental Colombia*. <https://www.oecd.org/es/publications/evaluaciones-del-desempeno-ambiental-colombia-2014_9789264213074-es.html>

OECD. (2005). Framework for selecting and applying PRTR release estimation techniques. En *OECD Environment, Health and Safety Publications* (p. 108). <<https://cwm.unitar.org/cwmplatformscms/site/assets/files/1234/untitled.pdf>>

OECD. (2014). Guidance document on elements of a PRTR: Part 1. En *OECD Environment, Health and Safety Publications* (p. 126). <https://www.oecd.org/en/publications/guidance-document-on-elements-of-a-prtr-part-1_96870849-en.html>

OECD. (2017). Resource Compendium of PRTR Release Estimation Techniques Part III: Summary of Techniques for Estimating Quantities Transferred, Released or Disposed. En *OECD Environment, Health and Safety Publications* (p. 35). <https://cwm.unitar.org/cwmplatformscms/site/assets/files/1233/env-jm-mono_2017_1.pdf>

OECD. (2024). *Resource Compendium of PRTR Release Estimation Techniques, Part 1: Summary of Point Source Techniques-Third edition* (p. 89). OECD Publishing. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/11/resource-compendium-of-prtr-release-estimation-techniques-part-1-summary-of-point-source-techniques-third-edition_8a563c4a/3ac5cedb-en.pdf>

PRTR España. (2013). *Consideraciones generales sobre la estimación de emisiones* (p. 12). <<https://en.prtr-es.es/Data/images/General.pdf>>

UK Environment Agency. (2024). *Technical Guidance and Equations: Pollution Inventory Reporting*. <<https://www.gov.uk/government/publications/pollution-inventory-reporting-guidance-notes/technical-guidance-and-equations-pollution-inventory-reporting>>

UNECE. (2008). *Guía para la implementación del protocolo sobre Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes del Convenio sobre Acceso a la Información, Participación Pública en la Toma de Decisiones y Acceso a la Justicia en Materia Ambiental* (p. 116). <https://unece.org/DAM/env/pp/prtr/docs/2008/RETC_ESPAÑOL_SICA.pdf>

UNITAR. (n.d.). *PRTR: Learn-Module 3-Release Estimation Techniques*. PRTR Platform. <<https://prtr.unitar.org/site/prtr-learn-module/module-3-release-estimation-techniques>>

UNITAR. (2020a). Addressing Industry Concerns Related to Pollutant Release and Transfer Registers. En *UNITAR's Guidance Series for Implementing a National Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) Design Project*. <https://cwm.unitar.org/cwmplatformscms/site/assets/files/1482/5_addressing_industry_concerns_related_to_prtrs.pdf>

UNITAR. (2020b). Guidance for Facilities on PRTR Data Estimation and Reporting. En *UNITAR's Guidance Series for Implementing a National Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) Design Project* (p. 55). <https://cwm.unitar.org/cwmplatformscms/site/assets/files/1483/6_guidance_for_facilities_on_prtr_data_estimation_and_reporting.pdf>

US EPA. (2018). *Guidance on Release Estimation Techniques for Pollutant Release and Transfer Registers* (pp. 1-40).

US EPA. (2022). *Toxic Chemical Release Inventory Reporting Forms and Instructions-Revised 2021 version* (p. 178). <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-02/documents/rfi_ry2013_120413.pdf>

US EPA. (2023a). *AP-42: Compilation of Air Emissions Factors from Stationary Sources*. <<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors-stationary-sources>>

US EPA. (2023b). Introduction. En *AP-42: Compilation of Air Emissions Factors from Stationary Sources* (p. 10). <<https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-09/documents/c00s00.pdf>>

USEPA. (2024). *TRI Around the World*. <<https://www.epa.gov/toxics-release-inventory-tri-program/tri-around-world>>

WHO. (2000). Reference Guide to Emission Estimation Models for Pollutant Release and Transfer Registers. En *Protection of the Human Environment* (p. 39). <<https://cwm.unitar.org/publications/publications/cbl/prtr/pdf/cat5/eemodels.pdf>>



Ambiente



Con el apoyo de:



Implementada por

