

En balance

Emisiones y transferencias de contaminantes

en América del Norte, 2005

Junio de 2009



cec.org

Particularidades de la publicación

Tipo: informe de proyecto

Fecha de publicación: 10 de junio de 2009

Idioma original: inglés

Procedimientos de revisión y aseguramiento de calidad:

- *En balance* compila datos del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes (*National Pollutant Release Inventory*, NPRI) de Canadá, el Inventario de Emisiones Tóxicas de Estados Unidos (*US Toxics Release Inventory*, TRI) y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (*RETC*) de México. Véanse los capítulos 1 y 2 para mayores detalles sobre las fuentes de los datos y la metodología empleada.
- *Revisión de especialistas y de las Partes (capítulo 4)*: octubre-diciembre de 2008.
- *Información adicional*: véase el apartado “Agradecimientos”.

Advertencia

Los conjuntos de datos de los sistemas nacionales de registro de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) se modifican constantemente en la medida en que las plantas industriales revisan la información presentada para corregir errores o realizar otros cambios. De ahí que, con fines de presentación de sus resúmenes anuales, los tres países hagan un “cierre” de sus conjuntos de datos a una fecha determinada y publiquen cada año bases de datos revisadas que incluyen todos los años de registro.

La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) aplica un proceso similar. Para fines del presente informe se emplearon los datos del NPRI y del TRI a febrero de 2008 y la información del *RETC* a mayo de 2008. La CCA está al tanto de que han ocurrido cambios en los conjuntos de datos posteriores a la publicación oficial de los datos de 2005 que no se reflejan en este informe. Tales cambios pueden consultarse en los sitios web de los respectivos programas RETC.

Publicación preparada por el Secretariado de la CCA. Las opiniones aquí expresadas no necesariamente reflejan los puntos de vista de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México. Se permite la reproducción total o parcial de este documento, en cualquier forma o medio, con propósitos educativos y sin fines de lucro, sin que sea necesario obtener autorización expresa por parte del Secretariado de la CCA, siempre y cuando se cite debidamente la fuente. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

ISBN: 978-2-923358-66-6 (impresa); 978-2-923358-69-7 (electrónica)

Edición en francés: ISBN: 978-2-923358-67-3 (impresa); 978-2-923358-70-3 (electrónica).

Edición en inglés: ISBN 978-2-923358-65-9 (impresa); 978-2-923358-68-0 (electrónica)

© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2009

Queda hecho el depósito que marca la ley: Bibliothèque et Archives nationales du Québec [*Bibliothèque et archives nationales du Québec*], 2009

Queda hecho el depósito que marca la ley: Bibliothèque et Archives nationales du Canada [*Library and Archives Canada*], 2009

Available in English - Disponible en français

Citar este documento como: CCA, *En balance: emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte en 2005*, Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), Montreal, 2009.

Para obtener mayor información sobre esta u otras publicaciones de la CCA, comuníquese a:



Comisión para la Cooperación Ambiental

393 rue St-Jacques Ouest, Bureau 200
Montreal (Québec) Canadá H2Y 1N9
t .514.350.4300 f 514.350.4314
info@cec.org / www.cec.org

En balance

Emisiones y transferencias de contaminantes

en América del Norte, 2005

Índice

| | |
|---|-------------|
| Prefacio | _iii |
| Agradecimientos | _iv |
| Capítulo 1 – Introducción | _1 |
| Introducción | _3 |
| Enfoque del informe de este año | _3 |
| Puesta al día sobre el programa <i>RETC</i> de México | _4 |
| Organización del informe <i>En balance 2005</i> | _4 |
| Capítulo 2 – Uso y comprensión de este informe | _7 |
| Los tres registros de emisiones y transferencias de contaminantes de América del Norte | _10 |
| Limitaciones de los datos de los <i>RETC</i> | _12 |
| Datos y metodología empleados en el informe <i>En balance</i> | _13 |
| Terminología | _13 |
| Capítulo 3 – Emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte, 2005 | _17 |
| Introducción | _19 |
| Hacia una mejor comprensión de las emisiones y transferencias en América del Norte, 2005 | _20 |
| Resumen de las emisiones y transferencias registradas en América del Norte, 2005 | _23 |
| Comparación de las emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte en 2005 | _36 |
| Capítulo 4 – Emisiones y transferencias de la industria petrolera en América del Norte, 2005 | _53 |
| Introducción | _55 |
| Metodología | _56 |
| Panorama general de la industria petrolera | _57 |
| Cuestiones ambientales y de salud asociadas con la industria petrolera | _59 |
| Marco jurídico ambiental de la industria | _60 |
| Emisiones y transferencias registradas por la industria petrolera de América del Norte, 2005 | _61 |
| Reconocimientos | _95 |
| Referencias | _95 |
| Apéndice | _99 |

En
balance

Prefacio

Es éste el duodécimo informe anual de la serie *En balance* de la CCA sobre las emisiones y las transferencias de contaminantes de las plantas industriales de América del Norte y el segundo año en el que estamos en condiciones de presentar la información pública disponible del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de México. La inclusión de los datos del registro mexicano es un paso importante del proyecto RETC de la CCA y da lugar a una gran mejora en la comprensión pública de las emisiones y transferencias de contaminantes de fuentes industriales en América del Norte.

Reunir los datos de Canadá, Estados Unidos y México en una sola fuente no fue fácil. Las diferencias en la estructura industrial, la cobertura de contaminantes y los requisitos para la presentación de registros ante los RETC de los tres países, además de las diversas metodologías empleadas para el cálculo de las emisiones y transferencias y la exactitud de los registros, influyeron en lo que se registró y, por tanto, en aquello que pudo presentarse en el ámbito de América del Norte.

En respuesta a las contribuciones de diversos sectores pertinentes y de acuerdo con nuestro deseo de mejorar de manera continua la cobertura y la utilidad de *En balance*, el informe de este año se elaboró con un enfoque distinto al de años previos. Este nuevo enfoque se distingue por un mayor alcance al incluir todos los contaminantes registrados en los tres RETC de América del Norte —alrededor de 5,500 millones de contaminantes tóxicos—, a diferencia de los informes de años anteriores en que se analizaba un subconjunto del total. Se desagregaron también las emisiones y las transferencias, dando prioridad a los medios de emisión específicos (aire, agua, suelo) o los tipos de transferencia (por ejemplo, para reciclaje). Asimismo, se mejoró *En balance en línea*, el sitio web que acompaña al informe. En su nueva versión, el sitio incluye capacidades cartográficas y permite que los usuarios exploren aspectos diferentes de los datos;

por ejemplo, los cambios anuales en las emisiones y transferencias.

Este nuevo enfoque, con su mayor cobertura de datos, nos acerca más al objetivo de la CCA de proporcionar el panorama más completo posible de las emisiones y transferencias, ofreciendo un contexto más amplio para permitir al lector una mejor interpretación de los datos y brindando mayor utilidad a la información. Al igual que en años previos, el informe proporciona información sobre las emisiones de contaminantes de preocupación especial (como los carcinógenos y las sustancias que afectan el desarrollo o la reproducción), los contaminantes atmosféricos de criterio y los gases de efecto invernadero. Además, incluye un capítulo especial sobre las emisiones y transferencias de la industria petrolera de América del Norte.

En balance 2005 destaca diferencias importantes en los sistemas de registro RETC de los tres países; entre otras, los tipos y las cantidades de contaminantes incluidos, los métodos empleados para calcular las emisiones y transferencias, y los sectores y plantas que presentan registros en cada programa. Si bien sólo un puñado de 30 sustancias de 15 sectores industriales representaron alrededor de 90 por ciento de todas las emisiones y transferencias registradas en América del Norte, hay importantes lagunas en el panorama de la contaminación industrial, en parte debido a las diferencias en los requisitos de registro entre los RETC de los tres países. La comparación de los datos en el contexto de estas diferencias puede, por tanto, ayudar a destacar las oportunidades de acciones ulteriores para fortalecer la comparabilidad de los datos, mejorar la comprensión de la contaminación industrial en América del Norte y fomentar iniciativas que conduzcan a una contaminación cada vez menor.

Felipe Adrián Vázquez Gálvez
Director ejecutivo

Agradecimientos

Este informe fue posible gracias a los esfuerzos colectivos del personal del Secretariado de la CCA: Orlando Cabrera Rivera, gerente del programa Calidad del Aire y RETC; Danielle Vallée, coordinadora del proyecto RETC, y Marilou Nichols, asistente de programa. El director de programas, Evan Lloyd, revisó el informe y presentó comentarios. El personal del departamento de publicaciones, bajo la guía de Jeff Stoub, emprendió la demandante y meticulosa tarea de coordinar la edición, traducción y publicación del documento en tres idiomas. Jessica Levine, consultora de la CCA, coordinó y brindó orientación para la producción de los mapas usados en el informe.

La CCA desea agradecer a los varios grupos y personas que proporcionaron contribuciones invaluable a este proyecto, entre ellos los funcionarios de los programas RETC de Canadá, Estados Unidos y México y el equipo de consultores de Environmental Economics International (Canadá), el Hampshire Research Institute (Estados Unidos) y ÛV Lateinamerika (México).

Asimismo, la CCA agradece la participación de representantes de las plantas petroleras de América del Norte que concedieron entrevistas y proporcionaron información para el capítulo especial, así como a los miembros de la industria, los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales que

revisaron y comentaron el capítulo. Sus nombres se presentan al final del capítulo 4.

Por último, la CCA agradece a Pangaea Information Technologies, Ltd, junto con el personal de informática de la CCA, por sus innovaciones y esfuerzos en la elaboración del sitio web *En balance en línea*: <www.cec.org/takingstock/>. En el marco del derecho a la información, esta base de datos integrada y con motor de búsqueda de los RETC de América del Norte proporciona acceso a información valiosa que faculta a los gobiernos, individuos y organizaciones no gubernamentales para actuar de una manera informada en la protección de nuestro medio ambiente compartido.

Siglas y abreviaturas

| | |
|-----------------------|--|
| CAC | Contaminante atmosférico de criterio |
| CAP | Contaminante atmosférico peligroso |
| CAS | Servicio de información sobre productos químicos (<i>Chemical Abstracts Service</i>) |
| CCA | Comisión para la Cooperación Ambiental |
| CCME | Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (<i>Canadian Council of Ministers on the Environment</i>) |
| CEPA | Ley Canadiense de Protección Ambiental (<i>Canadian Environmental Protection Act</i>) |
| CO₂ | Dióxido de carbono |
| CO | Monóxido de carbono |
| COA | Cédula de Operación Anual |
| COV | Compuesto orgánico volátil |
| EPA | Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (<i>US Environmental Protection Agency</i>) |
| EU | Estados Unidos |
| FCCU | Unidad de craqueo catalítico fluidizado (<i>fluidized catalytic cracking unit</i>) |
| GEI | Gas de efecto invernadero o gas de invernadero |
| HAP | Hydrocarburo aromático policíclico |
| IARC | Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer (siglas en inglés) |
| INEM | Inventario Nacional de Emisiones de México |
| Kg | Kilogramo |
| MACT | Mejor tecnología de control disponible (<i>maximum achievable control technology</i>) |
| NEB | Consejo Nacional de Energía de Canadá (<i>National Energy Board</i>) |
| NEI | Inventario Nacional de Emisiones de Estados Unidos (<i>US National Emissions Inventory</i>) |
| NOM | Norma Oficial Mexicana |
| NO_x | Óxidos de nitrógeno |
| NPRI | Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes (<i>National Pollutant Release Inventory</i>): RETC de Canadá |
| OCDE | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos |
| PCB | Bifenilo policlorado |
| PET | Potencial de equivalencia tóxica |
| PM | Partículas suspendidas o partículas de materia |
| RETC | Registro(s) de emisiones y transferencias de contaminantes (de América del Norte) |
| RETC | Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de México |
| SCIAN | Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte |
| Semarnat | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México |
| SIC | Clasificación Industrial Estándar estadounidense (<i>US Standard Industrial Classification</i>) |
| SO₂ | Dióxido de azufre |
| SO_x | Óxidos de azufre |
| STPB | Sustancia tóxica persistente y bioacumulable |
| TRI | Inventario de Emisiones Tóxicas (<i>Toxics Release Inventory</i>): RETC de Estados Unidos |

En
balance

1

Introducción

| | |
|--|-----------|
| Introducción | _3 |
| Enfoque del informe de este año | _3 |
| Puesta al día sobre el programa <i>RETC</i> de México | _4 |
| Organización del informe <i>En balance 2005</i> | _4 |



1

En
balance

Introducción

En balance 2005 presenta un panorama general de las emisiones y transferencias de sustancias químicas contaminantes de los sectores industriales de América del Norte en ese año. El informe se basa fundamentalmente en los datos públicos disponibles en los tres registros nacionales de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) de América del Norte:

- el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes (*National Pollutant Release Inventory*, NPRI) de Canadá;
- el Inventario de Emisiones Tóxicas (*Toxics Release Inventory*, TRI) de Estados Unidos, y
- el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de México.

Los RETC reúnen información detallada sobre las clases, ubicación y cantidades de contaminantes emitidos o transferidos por las plantas industriales. Al compilar los datos y la información de los tres programas RETC nacionales, *En balance* apoya un objetivo esencial de la meta general de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA): proporcionar información para la toma de decisiones en

todos los niveles de la sociedad. Esta publicación se propone:

- presentar un panorama de las emisiones y transferencias industriales de los contaminantes en América del Norte y servir como fuente de información para que los gobiernos, la industria y las comunidades analicen dichos datos e identifiquen oportunidades para reducir la contaminación;
- promover una mayor comparabilidad de los datos de los RETC entre los tres países;
- incrementar la conciencia de los aspectos de salud y ambientales asociados con las sustancias tóxicas y la industria en América del Norte;
- profundizar el diálogo y la colaboración a través de las fronteras y entre los sectores industriales, y
- apoyar la integración de los datos de los RETC en un marco de trabajo general para la gestión de los contaminantes en América del Norte.

El informe describe y analiza los datos registrados en 2005 por las plantas industriales de América del Norte. Y el capítulo especial de este año (**capítulo 4**) presenta un examen más a fondo

de las emisiones y transferencias de la industria petrolera de la región. Los datos de Canadá, Estados Unidos y México correspondientes a 2004 y 2005, así como datos adicionales que se remontan a 1998 en el caso de los dos primeros países, se pueden buscar en la página de *En balance en línea*.

Enfoque del informe de este año

El presente es el duodécimo informe de la serie *En balance* sobre emisiones y transferencias de contaminantes de fuentes industriales en América del Norte. Es el segundo año en que la CCA está en condiciones de presentar los datos públicos disponibles del RETC de México, cuya inclusión ha representado un hito para México y un gran paso para el programa RETC de la Comisión, que busca comprender las emisiones y transferencias de contaminantes de fuentes industriales en América del Norte. Sin embargo, la incorporación de los datos de un tercer país también ha supuesto retos significativos para *En balance*. Por tanto, en el informe de este año hay cambios relevantes en la presentación de los datos de los RETC. Las modificaciones adoptadas pretenden contribuir a un mejor abordaje de las siguientes interrogantes:

¿Qué es un registro de emisiones y transferencias de contaminantes?

Los registros de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) brindan datos anuales de las cantidades de contaminantes emitidos por una planta al aire, el agua y el suelo e inyectados a pozos subterráneos, así como las transferidas fuera de sitio para su reciclaje, tratamiento o disposición. Los RETC constituyen una herramienta innovadora que se puede emplear con diversos propósitos, es decir, siguen el rastro de ciertas sustancias químicas y, por tanto, ayudan a industria, gobiernos y ciudadanos a identificar maneras para disminuir las emisiones y transferencias de esas sustancias, contribuir a un uso más responsable de las mismas, prevenir la contaminación y reducir la generación de residuos. Las empresas usan los datos para dar a conocer su desempeño ambiental e identificar oportunidades de reducir y prevenir la contaminación. Los gobiernos usan los datos para orientar sus prioridades programáticas y evaluar los resultados. Y las comunidades, las organizaciones no gubernamentales y la ciudadanía usan los datos para mejorar su comprensión de las fuentes y el manejo de los contaminantes, y también como un apoyo para el diálogo con las plantas y los gobiernos.

Los RETC recopilan datos sobre *contaminantes individuales*, y no sobre el volumen de los caudales de residuos que contienen mezclas de sustancias, debido a que este enfoque permite dar seguimiento a los datos sobre las emisiones y transferencias de las sustancias químicas en lo individual. Los *informes por planta* son esenciales para ubicar la fuente de las emisiones y quién o qué las genera. La mayor parte de la fuerza de los RETC radica en la *difusión pública* de los datos y su divulgación entre una amplia gama de usuarios, tanto de los datos completos como de su forma resumida. La disponibilidad pública de los datos por contaminante y por planta específica permite a personas y grupos interesados identificar las fuentes industriales locales de las emisiones, además de apoyar análisis regionales y de diversa naturaleza geográfica.

- ¿Qué parte de la contaminación industrial de América del Norte está representada en los datos de *En balance*?
- ¿Qué contaminantes se emiten y transfieren en las mayores cantidades y de qué manera?
- ¿Cuáles son las similitudes y las diferencias en la forma en que los sectores industriales manejan sus residuos y cómo las diferencias entre los tres programas RETC afectan lo que se informa?
- ¿Cuáles son los posibles efectos en la salud y el medio ambiente que se derivan de los contaminantes registrados? ¿Arrojan los datos luz respecto a las acciones necesarias, en particular las orientadas a sustancias de preocupación específica?

Un objetivo central del informe de este año es dar mayor contexto, así como una imagen más incluyente y transparente de las emisiones y transferencias industriales de las que se informa en América del Norte. Los lectores asiduos del informe notarán cambios en la presentación de los datos:

- Las emisiones y las transferencias están desagregadas, con particular énfasis en el medio al que se emiten (aire, agua, suelo) y las clases de transferencias que se efectúan (por ejemplo, para reciclaje).
- El informe incluye todos los datos disponibles registrados en 2005 en los programas RETC nacionales y busca las similitudes y las diferencias en las industrias y los contaminantes de cada programa. Este enfoque difiere del usado en los informes previos de *En balance*, que se centraba sólo en subconjuntos de datos “combinados” (es decir, los datos registrados según los requerimientos comunes de los tres países, como los contaminantes, los umbrales y los sectores).
- *En balance* de este año no incluye análisis de tendencias. Sin embargo, los informes futuros incluirán otros análisis de las tendencias de los contaminantes y los sectores de interés especial.

Al igual que en años previos, el actual informe presenta:

- datos para grupos específicos de sustancias, como los carcinógenos y las sustancias tóxicas que afectan el desarrollo y la reproducción, y el potencial de equivalencia tóxica (PET) de algunas de ellas;

- información sobre contaminantes atmosféricos de criterio y gases de invernadero, y
- un capítulo especial consistente en un análisis de fondo de las emisiones y las transferencias de la industria petrolera en América del Norte.

Como todo informe intensivo en datos, la presentación es de la mayor importancia. *En balance* presenta los datos registrados en cada país y explica las diferencias entre los tres programas RETC, brindando así el contexto necesario para interpretar y comparar los datos. El informe de este año refleja la realidad de los actuales registros RETC en América del Norte, que se caracterizan por algunas diferencias importantes. Al analizar los datos disponibles de los RETC, así como las actuales lagunas en los registros, *En balance* puede ayudar a identificar los campos que requieren una atención adicional.

Puesta al día sobre el programa RETC de México

Los informes de inventario de México, el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), se volvieron obligatorios en 2004. Como 2005 fue apenas el segundo año de registro obligatorio (y, por tanto, apenas el segundo año en que los datos de México se incluyen en el informe *En balance*), los lectores acaso encuentren de utilidad un breve panorama de los avances del RETC.

El RETC es un programa nacional de registro obligatorio que cubre las 32 entidades federativas de México. Además, poco menos de la mitad de los estados tienen sus propios programas de recolección y transferencia de datos RETC al gobierno federal. Desde 2002 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) ha realizado múltiples talleres con asociaciones industriales para brindar orientación sobre los registros del RETC con objeto de incrementar la conciencia de la importancia de los informes, coordinar los intercambios de los datos entre los gobiernos estatales y el federal y mejorar la calidad de la información registrada. En estos esfuerzos, la Semarnat se ha beneficiado de la colaboración, a través de la CCA, de los funcionarios de los RETC canadiense y estadounidense.

Los sectores industriales que deben informar en México son los de jurisdicción federal. También deben presentar registros al RETC las plantas bajo

jurisdicción estatal o municipal que realizan clases específicas de actividades, transfieren residuos peligrosos o emiten agua residual en los cuerpos de agua del país.

En 2004 unas 1,700 plantas presentaron informes al RETC. En 2005 el número había aumentado en cerca de 700: un total de casi 2,500 plantas. En términos de emisiones y transferencias, las instalaciones mexicanas informaron casi 19 millones de kilogramos en 2004 (sin incluir gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos de criterio). En 2005 el volumen se incrementó a más de 67 millones de kilogramos. Los aumentos de 2004 a 2005 se derivaron de una variedad de actividades y sectores industriales.

La lista de los contaminantes sujetos al RETC no ha cambiado desde 2004. Incluye 104 sustancias, cada una con su correspondiente umbral de “emisión” o “actividad”. En 2004 las plantas que presentaron registros informaron sobre 76 de esas 104 sustancias; en 2005 las instalaciones informaron sobre 79 contaminantes.¹ El capítulo 3 detalla los montos y las clases de emisión y transferencia registradas por las plantas mexicanas en 2005.

Organización del informe *En balance 2005*

El capítulo 2 describe los tres RETC nacionales y la metodología empleada en el presente informe. El capítulo 3 presenta los datos de los RETC de Canadá, Estados Unidos y México correspondientes a 2005. También incluye información sobre los contaminantes de especial interés y los valores de toxicidad ponderados. El capítulo 4 presenta un panorama detallado de las emisiones y las transferencias de la industria petrolera de América del Norte.

El apéndice, por su parte, además de enlistar los contaminantes comunes a los tres países, contiene información sobre los requerimientos de registro. Las listas completas de los contaminantes sujetos a la presentación de informes están disponibles en los sitios web nacionales, en tanto que el conjunto de datos integrados con todos los contaminantes puede consultarse en la página de *En balance en línea* (<www.cec.org/takingstock>).

¹ Esta cifra incluye todos los contaminantes individuales enlistados en el RETC. No obstante, con fines de comparabilidad entre los tres países, *En balance* agrupa algunas sustancias (por ejemplo, el arsénico con los compuestos de arsénico). El número de contaminantes incluye también tres gases de efecto invernadero, mismos que se presentan y analizan por separado respecto de otras sustancias RETC registradas.

En
balance



Uso y comprensión de este informe

2

| | |
|---|------------|
| Los tres registros de emisiones y transferencias de contaminantes de América del Norte | _10 |
| ¿Qué contaminantes han de incluirse en los registros? | _11 |
| ¿Qué industrias deben presentar registros? | _11 |
| ¿Cuáles son las condiciones para que una planta deba presentar registros? | _12 |
| ¿Qué incluyen las plantas en sus registros? | _12 |
| Limitaciones de los datos de los RETC | _12 |
| Datos y metodología empleados en el informe <i>En balance</i> | _13 |
| Terminología | _14 |
| Emisiones en sitio y fuera de sitio | _14 |
| Transferencias fuera de sitio | _14 |

2

En
balance

Uso y comprensión de este informe

El reto de la CCA al recopilar el presente informe consiste en combinar datos de los registros de emisiones y transferencias de contaminantes de Canadá, Estados Unidos y México para presentar un panorama general de estas emisiones y transferencias de América del Norte. En el informe del año pasado, la CCA tuvo oportunidad de combinar por primera vez los datos de los RETC de los tres países, ya que 2004 fue el primer año del registro obligatorio de México. El presente informe *En balance* contiene datos del año de registro 2005, el más reciente para los tres países al cierre de la edición.

Los tres registros de emisiones y transferencias de contaminantes de América del Norte

En balance se elabora con base en la información proporcionada por los tres programas nacionales de registro de emisiones y transferencias de

contaminantes de América del Norte. El RETC de cada uno de los tres países ha formulado su propia lista de contaminantes, sectores industriales y

requisitos de registro. El **cuadro 2-1** compara características de los sistemas RETC de Canadá, Estados Unidos y México.

Cuadro 2-1. Características de los RETC de América del Norte

| Característica | Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes de Canadá (<i>Canadian National Pollutant Release Inventory, NPRI</i>) | Inventario de Emisiones Tóxicas de Estados Unidos (<i>US Toxics Release Inventory, TRI</i>) | Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de México (<i>RETC</i>) |
|--|--|---|--|
| Primer año de registro | 1997 | 1987 | 2004 |
| Actividades industriales o sectores cubiertos (a 2005) | Toda planta que produzca o utilice una sustancia enlistada, excepto para actividades como investigación, reparación, venta al menudeo, agricultura o silvicultura. En 2004 se excluyeron las actividades de extracción minero metálica, pero se les agregó para 2005 y años posteriores. | Plantas manufactureras, instalaciones federales, centrales eléctricas (a base de petróleo o carbón), minería de carbón y metales, plantas de manejo de residuos peligrosos y recuperación de solventes, mayoristas de sustancias químicas, y terminales de petróleo a granel. | Plantas bajo jurisdicción federal: petróleo, industria química y petroquímica, pinturas y tintas, metalurgia (hierro y acero), fabricación de automóviles, celulosa y papel, cemento y cal, asbesto, vidrio, centrales eléctricas y manejo de residuos peligrosos. Otras plantas con actividades específicas que transfieren residuos peligrosos o descargan aguas residuales en los cuerpos de agua nacionales. |
| Número de contaminantes sujetos a registro (a 2005) | Más de 300 contaminantes. | Alrededor de 600 contaminantes. | 104 contaminantes. |
| Umbral de empleo | Por lo general, diez empleados o más. Para ciertas actividades, como incineración de residuos, conservación de madera y tratamiento de aguas residuales, el umbral de 10 empleados no se aplica. | Diez o más empleados de tiempo completo o su equivalente. | Sin umbral de empleo. |
| Umbral de “actividad” química (fabricación, proceso o uso de otra forma) y de emisión | Umbral de “actividad” de 10,000 kg para la mayoría de las sustancias químicas, con volúmenes más bajos para las STPB; umbrales de emisión menores para hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas y furanos, y contaminantes atmosféricos de criterio. | Umbral de “actividad” de alrededor de 11,340 kg (con umbral de “otros usos” de alrededor de 5,000 kg) y volúmenes más bajos para las sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB); umbrales de emisión menores para contaminantes como las dioxinas y furanos. | Umbral de emisión y de “actividad” para cada una de las sustancias químicas (las plantas deben informar si alcanzan o exceden cualquiera de los umbrales). Los umbrales de emisión varían de 1 a 1,000 kg; los de “actividad”, entre 5 y 5,000 kg. Las dioxinas y furanos deben registrarse en cualquier nivel de “actividad” o emisión, al igual que toda emisión de bifenilos policlorados y hexafluoruro de azufre. |
| Tipos de emisiones y transferencias cubiertas | Emisiones al aire, agua y suelo, y disposición en sitio (incluida la inyección subterránea); transferencias fuera de sitio para disposición o para tratamiento previo a la disposición final (incluido el drenaje); reciclaje y recuperación de energía. | Emisiones al aire, agua y suelo, e inyección subterránea en sitio; transferencias fuera de sitio para disposición; reciclaje, recuperación de energía, tratamiento y drenaje. | Emisiones en sitio al aire, agua y suelo; transferencias fuera de sitio para disposición; reciclaje, reutilización, recuperación de energía, tratamiento, coprocesado (insumo en otro proceso de producción) y drenaje. La inyección subterránea no se practica en México. |

¿Qué contaminantes han de incluirse en los registros?

Cada sistema RETC cubre una lista específica de sustancias de preocupación: el NPRI abarca más de 300 contaminantes; el TRI se ocupa de alrededor de 600, y el RETC incluye 104. A abril de 2006, el Chemical Abstracts Service (CAS) enlistó más de 27 millones de sustancias químicas e identificó más de 239,000 como reguladas o cubiertas por inventarios en todo el mundo: <www.cas.org>.

¿Qué industrias deben presentar registros?

En los tres países se emplea el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), cuyos códigos se utilizan para diferenciar las actividades industriales de las plantas, que por lo general se dividen en manufactureras y no manufactureras.

Las *industrias manufactureras* comprenden la gran variedad de actividades enumeradas principalmente en los códigos 31-33 del SCIAN. Estas industrias producen, entre otras mercancías, alimentos y bebidas, textiles, pulpa y papel, sustancias químicas y plásticos, metales y productos metálicos, maquinaria, electrónica y equipo de transporte.

Las *actividades no manufactureras* incluyen:

- extracción de recursos y actividades relacionadas (principalmente códigos SCIAN 11-21), como agricultura, silvicultura, minería y otras actividades extractivas;
- servicios públicos (por ejemplo, abasto de agua, drenaje y tratamiento de aguas residuales, generación de electricidad) y construcción (principalmente códigos SCIAN 22 y 23), y
- diversos sectores de servicios (principalmente códigos SCIAN 41-93), como comercio al por mayor y al menudeo, transporte, servicios de administración y financieros, educación y cuidado de la salud, cultura y entretenimiento.

Cada uno de los países exige que presenten registro los establecimientos de sectores industriales específicos o que desempeñan determinadas actividades industriales. Los requisitos de los RETC se basan en parte en la actividad industrial llevada a cabo en el establecimiento y no únicamente en el código industrial asignado a la misma. Por ello,

Clasificación Industrial de América del Norte, 2002

| Código SCIAN | Industria |
|--------------|---|
| 11 | Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza |
| 21 | Minería y extracción de petróleo y gas |
| 22 | Electricidad, agua y suministro de gas al consumidor final |
| 23 | Construcción |
| 31/32/33 | Industrias manufactureras |
| 41/42/43 | Comercio al por mayor |
| 44/45/46 | Comercio al por menor |
| 48/49 | Transporte, correos y almacenamiento |
| 51 | Información en medios masivos |
| 52 | Servicios financieros y de seguros |
| 53 | Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles |
| 54 | Servicios profesionales, científicos y técnicos |
| 55 | Dirección de corporativos y empresas |
| 56 | Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación |
| 61 | Servicios educativos |
| 62 | Servicios de salud y de asistencia social |
| 71 | Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y otros servicios recreativos |
| 72 | Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas |
| 81 | Otros servicios excepto actividades del gobierno |
| 91/92/93 | Actividades del gobierno |

no todas las plantas que operan en un determinado sector deben presentar informes. Por ejemplo, en el sector económico que incluye el lavado en seco únicamente los establecimientos que llevan a cabo el lavado en sí pueden tener la obligación de presentar registros, y no en cambio los que se limitan a recibir la ropa de los clientes y procesar las órdenes. Otro ejemplo es el de una planta procesadora de alimentos que debe presentar registros debido a que cuenta con su propia planta generadora de electricidad.

En Canadá todos los establecimientos industriales que alcanzan los umbrales y requisitos respectivos deben presentar registros al NPRI, salvo la exploración de petróleo y gas y ciertas actividades como los laboratorios de investigación.

En Estados Unidos el TRI exige que presenten registros los establecimientos federales, la mayor parte de las plantas manufactureras y las que prestan servicios a plantas manufactureras (por ejemplo, las

centrales eléctricas y las plantas de manejo de residuos peligrosos). Algunos sectores de recursos primarios, como los relacionados con el gas y el petróleo, están exentos de la presentación de registros.

En México todos los sectores industriales bajo jurisdicción federal están obligados a presentar registro al RETC, al igual que las plantas de otros sectores (bajo jurisdicción estatal y municipal) que realizan actividades sujetas a reglamentación federal. Entre dichas instalaciones figuran las que emplean calderas, transfieren residuos peligrosos o descargan aguas residuales en los cuerpos de agua nacionales.

Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte

Canadá, Estados Unidos y México adoptaron el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) en el que se asignan códigos a las

categorías de las actividades industriales de los establecimientos. Los códigos SCIAN se establecieron en 2002, y a partir de 2006 se incorporaron a los registros RETC en sustitución de los códigos individuales empleados por cada uno de los países. Aunque existen algunas diferencias entre los tres países en cuanto a los códigos y las categorizaciones para los subsectores, el desagregado de los sectores industriales en las categorías generales es el mismo y se emplea a lo largo de el presente informe. Para obtener mayor información sobre el SCIAN, consúltese <www.naics.com/info.htm>.

¿Cuáles son las condiciones para que una planta deba presentar registros?

Incluso en los sectores industriales cubiertos, sólo las plantas que cumplen umbrales específicos están obligadas a presentar registros a los RETC. Hay por lo general dos tipos de umbral: 1) de *actividad*, con base en la cantidad de la sustancia que se fabrica, se utiliza en un proceso (por ejemplo, como agente reactivo o catalítico) o se usa de otra forma (por ejemplo, en la limpieza de equipo industrial), y 2) de *empleo*, con base en el número de trabajadores de la planta.

Por lo general, en el NPRI y el TRI, una planta debe presentar registros si fabrica, procesa o usa de otra forma 10,000 kg (NPRI) u 11,340 kg (TRI) de un contaminante. En el RETC de México hay un umbral de actividad y otro de “emisiones” (la cantidad de la sustancia emitida en el año). Una planta debe presentar registros si alcanza o excede cualquiera de los umbrales. El umbral de actividad es por lo general de 2,500 kg o de 5,000 kg, según la sustancia, en tanto que el umbral de emisiones es de 1,000 kilogramos.

En el caso de algunos contaminantes, los requisitos de cada uno de los RETC son más estrictos. Los requerimientos en estos casos se basan en la toxicidad de la sustancia y en el riesgo potencial para la salud humana y el medio ambiente. Para algunos contaminantes como las dioxinas-furanos y el hexaclorobenceno las autoridades han reconocido la necesidad de disminuir los umbrales de registro con el fin de contar con información sobre las emisiones de las sustancias de preocupación. De igual modo, el plomo y el mercurio se registran con umbrales más bajos en los tres sistemas RETC.

Los umbrales pueden ser muy variables entre los RETC. Por ejemplo, aunque el arsénico y el cadmio tienen requisito de registro en los tres países, los umbrales en el RETC y en el NPRI varían de uno a 50 kg, mientras que en el TRI el umbral es de 11,340 kg. Puede consultarse mayor información sobre los requisitos de registro para contaminantes específicos en el **apéndice**.

Tanto el NPRI como el TRI disponen también de un umbral de empleo que en general corresponde al equivalente de diez empleados de tiempo completo. Recientemente el NPRI estableció como requisito que para determinadas sustancias —por ejemplo, dioxinas y furanos— todas las plantas de cierto tipo (por ejemplo, las incineradoras) deben presentar registros sin importar el número de empleados. El RETC de México no tiene un umbral de número de trabajadores.

En los sitios web de los respectivos RETC se dispone de información adicional con indicaciones sobre la presentación de registros: <www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri_gdocs_e.cfm>, para documentos de orientación sobre el NPRI; <www.epa.gov/triinter/report/index.htm>, para materiales sobre registros del TRI, y <<http://appl.semarnat.gob.mx/retc/index.html>>, para instrucciones de registro al RETC.

¿Qué incluyen las plantas en sus registros?

Las plantas registran las cantidades tanto de cada contaminante que han emitido al medio ambiente en su propia ubicación (en sitio) como de la sustancia enviadas fuera del sitio para disposición, reciclaje u otro manejo del residuo.

En el informe *En balance* se emplea el término *emisión* para describir la entrada —en sitio o fuera de sitio— de la sustancia al aire, el agua de superficie y el suelo, así como la inyección en pozos subterráneos y el depósito en rellenos sanitarios. Esta terminología difiere en cierta medida de la usada en los sistemas RETC nacionales en lo individual (para mayores detalles, véase en este capítulo la sección “Terminología”). Aunque el presente informe analiza las emisiones, considera también el total de emisiones y transferencias como la estimación más cercana disponible de la cantidad total de los contaminantes derivados de la planta que requieren de manejo y gestión.

Estos totales son centrales para los programas de prevención de la contaminación y pueden contribuir a responder preguntas como qué tipos de residuos se envía fuera de sitio, qué proporción de los materiales se recicla o transfiere para disposición o qué proporción de los contaminantes se emite en sitio.

Limitaciones de los datos de los RETC

Los datos de los RETC son valiosos por lo que revelan: las emisiones y transferencias de contaminantes de una planta individual, sector industrial o región geográfica. Con ello pueden ayudar a identificar las tendencias y los avances generales en la reducción de las emisiones y transferencias de los contaminantes. No obstante, debido a los requisitos para la presentación de registros en los RETC, en este panorama se capta apenas una parte de toda la contaminación industrial, además de que las plantas industriales son sólo una de las muchas fuentes de contaminación en América del Norte.

Las sustancias emitidas o transferidas por las plantas industriales tienen características físicas y químicas que determinan su disposición final, así como sus consecuencias para la salud humana y del medio ambiente, y ésta es información que los datos de los RETC por sí mismos no pueden proporcionar. Por ello, aunque este informe puede ayudar a responder algunas preguntas, es posible que los lectores deban consultar otras fuentes para obtener información más abundante.

Los datos de los RETC no proporcionan información sobre lo siguiente:

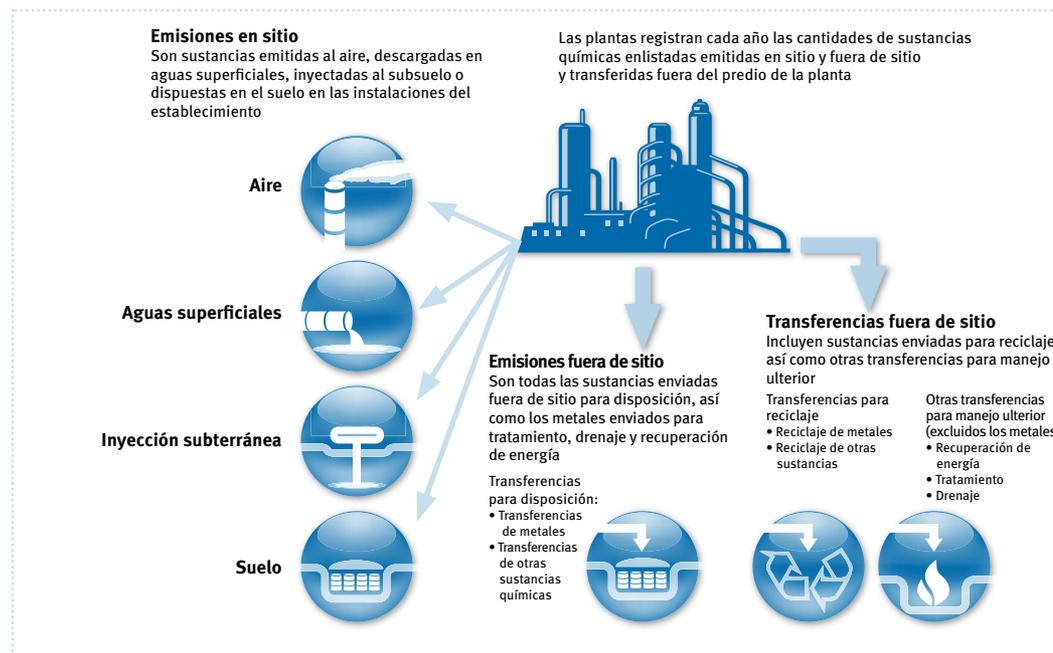
- *Todas las sustancias potencialmente dañinas.* El informe proporciona información únicamente sobre aquellos contaminantes que se registran en cada uno de los RETC.
- *Todas las fuentes de contaminantes.* El informe incluye sólo las plantas de los sectores industriales nacionales o de actividades industriales particulares que están sujetas al requisito de registro en los programas nacionales RETC. Los RETC de América del Norte no incluyen las emisiones de automóviles u otras fuentes móviles, de fuentes naturales —como incendios forestales— o de fuentes agrícolas, mismas que pueden contribuir con una alta proporción de las cantidades totales en el caso de algunos contaminantes.

- **Emisiones y transferencias de todos los contaminantes de una planta.** Sólo se incluyen las sustancias que cumplen los umbrales de registro.
 - **Todas las plantas de los sectores que deben presentar registros.** En Canadá y Estados Unidos únicamente las plantas con el equivalente de diez o más empleados de tiempo completo deben presentar registros (salvo algunas excepciones).
 - **Los destinos ambientales o los riesgos** de las sustancias químicas emitidas o transferidas.
 - **Los niveles de exposición** a los contaminantes a los que están sujetas las poblaciones humanas o de los ecosistemas.
 - **Los límites legales** establecidos para los contaminantes que las plantas emiten o transfieren.
 - **Los RETC** representan información sobre las cantidades de sustancias emitidas al ambiente en ubicaciones específicas. La identificación y evaluación del posible daño derivado de las emisiones de un contaminante particular al medio ambiente son tareas complejas que requieren información adicional a la contenida en los RETC, y los resultados son siempre tentativos o, en el mejor de los casos, relativos. El potencial de una sustancia para causar daño se deriva principalmente de su toxicidad inherente: ¿qué tan dañina es?, y la exposición a la misma: ¿qué tanto, por cuánto tiempo y por qué medio? ¿Cuál es su comportamiento en el medio ambiente?

En balance no puede derivar conclusiones respecto de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente representados por los contaminantes industriales que en él se analizan. No obstante, los datos de los RETC se pueden usar en combinación con otra información para ayudar en el establecimiento de prioridades y la asignación de iniciativas de prevención de la contaminación. Para mayor información, los lectores pueden consultar los sitios web antes citados de los programas RETC de cada uno de los países. Otras fuentes disponibles de información de las sustancias tóxicas son:

- Canadian Centre for Occupational Health and Safety [Centro Canadiense para la Salud y la Seguridad en el Trabajo]: <www.ccohs.ca/oshanswers>;

Gráfica 2-1. Emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte



- State of New Jersey, Department of Health, Right-to-Know Hazardous Substances Fact Sheets [Hojas informativas sobre sustancias peligrosas, por el derecho a la información, Departamento de Salud del estado de Nueva Jersey]: <<http://web.doh.state.nj.us/rtkhsfs/indexFs.aspx>>;
- US National Toxicology Program (NTP) [Programa Nacional de Toxicología de Estados Unidos]: <<http://ntp-server.niehs.nih.gov>>;
- ToxFAQs, US Agency for Toxic Substances and Disease Registry [Preguntas frecuentes sobre sustancias peligrosas, Departamento de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades de Estados Unidos]: <www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html>.

Es posible obtener información adicional sobre las emisiones y transferencias de contaminantes directamente de las asociaciones industriales y de las empresas y plantas en lo individual.

Datos y metodología empleados en el informe *En balance*

La CCA obtuvo los datos de los registros de emisiones y transferencias de contaminantes de los tres países de los respectivos gobiernos o de sus sitios web públicos. Para la edición de este año de *En balance*, la Comisión recibió los datos de Canadá y Estados Unidos en febrero de 2008 y los de México, en mayo del mismo año. Los conjuntos de datos de los sistemas RETC nacionales evolucionan de manera constante conforme los establecimientos industriales revisan sus informes previos para corregir errores o realizar otros cambios. La CCA está consciente de que ha habido cambios en los conjuntos de datos de los registros de 2005 para corregir errores o hacer otras modificaciones que no aparecen reflejados en este informe. De igual modo, los datos de este informe correspondiente a los años previos a 2005 pueden no ser los mismos que los de informes *En balance* anteriores.

La metodología empleada en la preparación del informe *En balance* y la base de datos en línea incluye lo siguiente:

- Los datos RETC de cada país se compilaron e integraron en la base de datos del RETC de América del Norte de la CCA. Este proceso entraña la estandarización de los campos de datos empleados en los tres países; por ejemplo, agregando las transferencias fuera de sitio para disposición (NPRI) a la categoría de “emisiones fuera de sitio” para hacer los datos comparables (véase el siguiente apartado, “Terminología”, para más detalles).
- Ciertas sustancias registradas en lo individual se agregaron en grupos o categorías de contaminantes (por ejemplo, metales y sus compuestos, isómeros de xileno).
- Los datos se someten a una revisión general para identificar posibles inconsistencias o errores, que luego se comunican a los programas RETC nacionales. Aunque la CCA no puede ser responsable de registros erróneos por parte de las plantas, una meta del proyecto de los RETC de América del Norte es usar los mejores datos disponibles en el informe *En balance*.
- Los datos de cada año de registro (ya desde 1998) se actualizan cuando menos una vez al año para el informe y el sitio web de *En balance* en curso, punto que los lectores han de recordar, sobre todo al usar los datos de *En balance* para analizar tendencias temporales.
- En lo que concierne al capítulo especial sobre la industria petrolera (**capítulo cuarto**), se usaron datos del Inventario Nacional de Emisiones de Estados Unidos para complementar los datos de los RETC para ciertos subsectores petroleros. Se obtuvo información importante de entrevistas con representantes de establecimientos y el capítulo fue revisado por expertos de los tres países.

Terminología

En balance emplea las siguientes categorías para presentar la información sobre las emisiones y transferencias de contaminantes (**gráfica 2-1**).

Emisiones en sitio y fuera de sitio

Las *emisiones en sitio* son las emisiones que ocurren en una planta industrial, es decir, los contaminantes que se liberan al aire o el agua de superficie, se inyectan en

pozos subterráneos o se colocan en rellenos sanitarios en los terrenos del establecimiento.

Las *emisiones fuera de sitio* describen los contaminantes “transferidos fuera de sitio” (es ésta la frase usada en los cuadros) para su disposición. Los residuos enviados fuera de sitio a otra instalación pueden ser objeto de disposición en suelo o en rellenos sanitarios o inyección subterránea. Estos métodos son los mismos que los de las emisiones en sitio, pero tienen lugar en sitios lejanos a la planta de origen.

Nota importante: Las “transferencias de metales fuera de sitio” para disposición, drenaje, tratamiento o recuperación de energía se incluyen en la categoría de *emisiones fuera de sitio*. El TRI de Estados Unidos clasifica todas las transferencias de metales como “transferencias para disposición” debido a que los metales enviados para recuperación de energía, tratamiento o drenaje pueden capturarse y removerse de los residuos, y colocarse en los rellenos sanitarios o eliminarse por otros métodos. Aunque este enfoque puede resultar inicialmente confuso para quienes están acostumbrados a ver el término *emisiones* aplicado a la descripción de actividades en sitio y *transferencias* para todas las actividades que ocurren fuera del sitio, la categorización empleada en el informe *En balance* permite a la CCA comparar los datos de los tres países. Además de agregar actividades similares (por ejemplo, todas las sustancias que se envían a rellenos sanitarios son denominadas “emisiones”, sin tomar en cuenta la localización del relleno), el enfoque reconoce que, en virtud de su naturaleza física, los metales enviados para disposición, drenaje, tratamiento o recuperación de energía no son factibles de destrucción y, por tanto, pueden con el tiempo incorporarse en el medio ambiente.

Las emisiones totales en sitio y fuera de sitio (o simplemente *emisiones totales*) corresponden a la suma de las emisiones en sitio y fuera de sitio.

Puesto que esta terminología es específica de *En balance*, los términos *emisión*, *disposición* y *transferencia* según se definen aquí pueden diferir de su uso en los informes NPRI, TRI y RETC.

Transferencias fuera de sitio

Las *transferencias para reciclaje* corresponden a las sustancias químicas que se envían fuera de sitio para su reciclaje.

Las *transferencias para manejo ulterior* describen los contaminantes (excluidos los metales) enviados a establecimientos para tratamiento y recuperación de energía, y a plantas de tratamiento de aguas residuales.

Las *emisiones y transferencias totales registradas* describen la suma de todas las categorías previas: emisiones en sitio y emisiones fuera de sitio, transferencias para reciclaje y transferencias para manejo ulterior.

Actividades permanentes del proyecto RETC de América del Norte de la CCA

En un esfuerzo para mejorar la calidad y comparabilidad generales de los datos RETC de América del Norte, la CCA sigue trabajando con los programas RETC de los tres países. Como parte de este esfuerzo, la CCA y las tres Partes elaboraron el Plan de Acción para Elevar la Comparabilidad de los Registros de Emisiones y Transferencias de Contaminantes en América del Norte (disponible en www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=espanol&ID=1830), en el cual se destacan aspectos específicos de los registros que se han de tratar en los tres países y las recomendaciones de cómo hacerlo.

Otras iniciativas planeadas incluyen el desarrollo del trabajo por sectores que facilitaría la identificación de aspectos específicos de calidad de los datos y permiten una mayor colaboración entre los sectores industriales de América del Norte.

Un componente esencial del proyecto RETC de América del Norte es la participación de los sectores interesados. Cada año la CCA convoca a una reunión pública del Grupo Consultivo del RETC de América del Norte para congregarse a funcionarios gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, representantes industriales y ciudadanos. Esta reunión constituye una oportunidad para que todos los interesados intercambien información y brinden aportaciones sobre la dirección del proyecto y el informe *En balance*. El resumen de la reunión y los comentarios y sugerencias recibidas y recopiladas se publican en el sitio web de la CCA.

La CCA también participa en esfuerzos internacionales de RETC, incluida la reunión anual de los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, otras iniciativas de sustancias químicas y manejo de la calidad del aire y, desde luego, proyectos relacionados con el RETC.

En
balance

Emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte, 2005

3

| | |
|--|------------|
| Principales hallazgos | _19 |
| Introducción | _19 |
| Hacia una mejor comprensión de las emisiones y transferencias en América del Norte, 2005 | _20 |
| Alcance de los registros RETC | _20 |
| Diferencias entre los tres programas RETC | _20 |
| Resumen de las emisiones y transferencias registradas en América del Norte, 2005 | _23 |
| Emisiones y transferencias de contaminantes en Canadá | _24 |
| Emisiones y transferencias de contaminantes en México | _28 |
| Emisiones y transferencias de contaminantes en Estados Unidos | _32 |
| Comparación de las emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte en 2005 | _36 |
| Contaminantes registrados en las mayores cantidades | _36 |
| Tipos de plantas industriales y manejo de residuos | _36 |
| Emisiones y transferencias de contaminantes de interés especial | _39 |



3

En
balance

Emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte, 2005

PRINCIPALES HALLAZGOS

- En 2005 se registraron, en los tres países de América del Norte, emisiones y transferencias de más de 5,500 millones de kilogramos de contaminantes (sin contar los atmosféricos de criterio ni gases de efecto invernadero) por parte de casi 35,000 plantas industriales. Estas instalaciones registraron 32,000 millones de kilogramos de contaminantes atmosféricos de criterio. Estados Unidos dio cuenta de más de 80 por ciento de todas las plantas que presentaron informes, en tanto que 12 por ciento correspondió a Canadá y 6 por ciento a México.
- Las diferencias en los requisitos de registro entre un país y otro —en los umbrales químicos o de empleo y los sectores de registro obligatorio, entre otros— pueden limitar la cantidad de información disponible respecto de las actividades industriales comunes en América del Norte. Esto puede resultar especialmente relevante en los casos en que las emisiones y transferencias registradas son sustanciales. Por ejemplo, alrededor de 30 sustancias de 15 sectores industriales representaron cuando menos 90 por ciento de todas las emisiones y transferencias registradas en América del Norte en 2005. No obstante, únicamente nueve de estos contaminantes con los mayores registros se sujetaron al requisito de registro en los tres países, lo que dificultó la presentación de un panorama completo de la contaminación industrial en la región.
- Un reducido número de sectores industriales dio cuenta en 2005 de emisiones y transferencias cuantiosas. Los sectores con los mayores registros variaron según el país: las actividades de extracción de petróleo y gas, la metálica básica y el tratamiento de aguas residuales, en Canadá; la industria química, la metálica básica y la minería, en Estados Unidos, y la minería metálica, las centrales eléctricas y la fabricación de equipo eléctrico, en México.
- Las plantas canadienses transfirieron casi 50 por ciento del total de los contaminantes registrados para reciclaje; las mexicanas emitieron alrededor de 70 por ciento fuera de sitio para disposición, y en el caso de las de Estados Unidos las emisiones al aire y el suelo y las transferencias para reciclaje representaron, cada una, casi un tercio del total.
- La mayor parte de los contaminantes transferidos entre fronteras por establecimientos canadienses, estadounidenses y mexicanos en 2005 correspondió a metales para reciclaje. Sin embargo, la falta de detalles respecto de las plantas receptoras plantea dudas sobre el destino final de dichos contaminantes. Entre las restantes sustancias transferidas entre Canadá y Estados Unidos para reciclaje y otro tratamiento figuraron grandes cantidades de ácido sulfúrico, fósforo, tolueno y xilenos.
- De los contaminantes registrados por las plantas industriales de América del Norte en 2005, algunos son carcinógenos reconocidos o presuntos y sustancias que afectan el desarrollo o la reproducción, además de que varios figuraron entre los contaminantes con los mayores registros en ese año. Algunos fueron también contaminantes atmosféricos peligrosos o sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB).
- Aunque la comparación de las emisiones y transferencias registradas en los tres países plantea algunos desafíos, es un ejercicio que puede servir como herramienta para analizar el estado de los sistemas RETC. Puede también ofrecer un perfil de las acciones ulteriores necesarias para fortalecer la comparabilidad entre los tres sistemas RETC y, así, entender mejor la contaminación industrial en América del Norte.

Introducción

Este capítulo presenta un panorama general de las emisiones y transferencias de sustancias químicas contaminantes de los sectores industriales de América del Norte en 2005, según los registros que presentaron a sus respectivos RETC nacionales: el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes (*National Pollutant Release Inventory*, NPRI) de Canadá, el Inventario de Emisiones Tóxicas (*Toxics Release Inventory*, TRI) de Estados Unidos y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de México. Al proporcionar información sobre las cantidades, las fuentes y los tipos de contaminantes emitidos y transferidos por las plantas industriales, el presente informe apoya los objetivos principales del proyecto RETC de América del Norte de la CCA, entre otros:

- proporcionar información para la toma de decisiones;
- fomentar una mayor comparabilidad entre los datos de los RETC, y
- apoyar la integración de los datos de los RETC en un marco general para la gestión de las sustancias químicas en América del Norte.

Recopilar los datos de los tres países en la elaboración de un solo informe plantea diversos desafíos. Las diferencias en la composición industrial de los países, su cobertura de contaminantes, los requisitos para la presentación de registros en los RETC, las metodologías empleadas para el cálculo de las emisiones y las transferencias, además de la precisión de los registros, son factores que afectan lo que se informa y, por tanto, aquello que puede presentarse en el ámbito de América del Norte.

El presente capítulo abre con un resumen por país de todos los datos registrados en 2005. A continuación se describen, también por país, los sectores industriales que informaron las mayores cantidades de contaminantes, los contaminantes con las mayores emisiones y transferencias y las plantas que registraron las mayores emisiones. A esta descripción sigue una comparación de las emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte: las

similitudes y diferencias en lo que se registra en los tres países, así como los efectos que las diferencias en los requisitos de registro de los sistemas RETC tienen en el panorama que se presenta de las emisiones y transferencias en la región.

El capítulo, por último, analiza los contaminantes de interés especial registrados, como las sustancias cancerígenas y las que afectan el desarrollo o la reproducción. Los lectores podrán emplear los datos registrados y la información sobre las características de un contaminante químico como punto de partida para aprender más sobre las posibles repercusiones en la salud y el medio ambiente.

El análisis de los datos registrados en 2005 muestra que las plantas de los sistemas RETC en Canadá, Estados Unidos y México emitieron o transfirieron más de 5,500 millones de kilogramos de contaminantes industriales, en lo que constituye a la fecha el panorama más completo de la contaminación industrial en América del Norte. Las comparaciones entre los tres países muestran, sin embargo, algunas importantes en esta información. Por ejemplo, ciertos contaminantes emitidos o transferidos en grandes cantidades por algunas actividades industriales comunes a los tres países no se sujetaron al requisito de registro en los tres programas RETC. De igual modo, las lagunas entre los países, en términos de sectores que presentan registros, plantean dudas, en particular cuando algunas de las actividades industriales generan emisiones de

Comparación de datos RETC de Canadá, Estados Unidos y México

En balance presenta datos de los RETC de los tres países, con lo que se ofrece el panorama más completo actualmente disponible de las emisiones y transferencias industriales de contaminantes en América del Norte. Dicho panorama incluye datos que probablemente se registren de modo diferente en cada uno de los países debido a los requisitos nacionales respectivos. Las características singulares de cada uno de los RETC se describen en el **capítulo 2**, de modo que los lectores cuenten con el contexto necesario para una mejor comprensión de las emisiones y transferencias de contaminantes en la región.

contaminantes de preocupación especial. Los umbrales químicos y de empleo pueden también resultar en un panorama limitado de la contaminación industrial y, por tanto, un conocimiento limitado del potencial de los efectos acumulados. Por último, debido a la falta de información sobre las instalaciones receptoras de las transferencias transfronterizas, el destino final de importantes cantidades de contaminantes sigue siendo incierto.

Aunque la comparación de las emisiones y transferencias registradas en los tres países plantea algunos desafíos, dicho ejercicio puede servir como herramienta para analizar el estado de los sistemas RETC. Puede con ello ofrecer un perfil de las acciones posteriores necesarias para fortalecer la comparabilidad entre los tres sistemas RETC para mejorar la comprensión de la contaminación industrial en América del Norte.

Hacia una mejor comprensión de las emisiones y transferencias de América del Norte, 2005 Alcance de los registros RETC

En 2005 la población de América del Norte era de unos 433 millones: 297 millones en Estados Unidos, 104 en México y 32 en Canadá. El producto nacional bruto de ese año en Estados Unidos fue de 12,376 millones de dólares estadounidenses (\$EU), el de México de 1,173 millones y el de Canadá de 1,113 millones.¹

El total de establecimientos manufactureros en 2003 fue de alrededor de 488,000 en Estados Unidos; 338,000 en México² y 63,065 en Canadá.³ La proporción de las empresas manufactureras con menos de diez empleados (el umbral para la presentación de registros al RETC tanto en Canadá como en Estados Unidos se basa en 10 o más empleados de tiempo completo) fue de 92 por cien-

¹ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), *OECD Factbook: Economic, Environmental and Social Statistics*, 2008 <www.oecd.org/> o <<http://caliban.sourceoecd.org/vl=8880729/cl=35/nw=1/rpsv/factbook/>>.

² Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, *Dataset: Structural Business Statistics*, 2008 <<http://webnet.oecd.org/wbos/index.aspx>>.

³ Comunicación personal, David Backstrom, ministerio de Medio Ambiente de Canadá, 27 de marzo de 2007, con base en datos de la dirección de Estadísticas de Canadá, *2003 Dataset: Canadian Business Patterns*.

to en México,⁴ 58 por ciento en Canadá⁵ y 57 por ciento en Estados Unidos.⁶

Diferencias entre los tres programas RETC

El **capítulo 2** presenta las características únicas de cada programa RETC, como los sectores y actividades industriales sujetos a registro en cada país y el número de contaminantes sobre los que debe informarse. Esta sección es un breve recordatorio de algunas diferencias específicas en los requisitos de registro nacionales, con el fin de poner en contexto los datos de los cuadros y las gráficas de este capítulo.

Plantas industriales

En 2005 cada uno de los países de América del Norte requirió que las plantas de sectores industriales específicos o que participan en determinadas actividades industriales presentaran registros a sus sistemas RETC:

- En Canadá la mayor parte de las plantas debe presentar registros (con excepción de la exploración de petróleo y gas y algunos otros como los laboratorios de investigación).
- En Estados Unidos deben presentar registros las instalaciones federales, la mayor parte de las plantas industriales y las industrias que prestan servicios a los establecimientos manufactureros (como las plantas generadoras de electricidad o las instalaciones de manejo de residuos peligrosos). Están exentos unos cuantos sectores relacionados con la extracción de recursos, entre ellos algunos asociados con el petróleo y el gas.
- En México los once sectores industriales bajo regulación federal deben presentar registros, junto con las plantas de otros sectores (bajo jurisdicción estatal o municipal) que utilicen calderas, transfieran residuos peligrosos o descarguen aguas residuales en los cuerpos de agua nacionales.
- Todas las centrales eléctricas deben presentar registros en Canadá y México (funcionen con petróleo, carbón, gas natural,

⁴ *Supra*, nota 2.

⁵ *Supra*, nota 3.

⁶ *Supra*, nota 2.

Cuadro 3-1. Plantas que presentaron registros a cada RETC nacional según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)

| Código SCIAN | Industria | Número de plantas | | |
|--------------|---|-------------------|--------------|---------------|
| | | NPRI | RETC | TRI |
| 11 | Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza | 63 | 6 | 7 |
| 21 | Minería y extracción de petróleo y gas | | | |
| 211 | Extracción de petróleo y gas | 3,428 | 136 | |
| 212 | Minería y extracción (salvo petróleo y gas) | 254 | 38 | 126 |
| 213 | Servicios relacionados con la minería y la extracción de petróleo y gas | 159 | 16 | |
| 22 | Electricidad, agua y suministro de gas al consumidor final | | | |
| 2211 | Generación y distribución de electricidad | 223 | 93 | 683 |
| 2212/2222 | Distribución de gas natural | 130 | | |
| 2213/2221 | Suministro de agua, drenaje, tratamiento de aguas residuales y otros sistemas | 208 | 13 | 5 |
| 23 | Construcción | 66 | 2 | |
| 31/32/33 | Industrias manufactureras | | | |
| 311 | Alimentos | 348 | 90 | 1,622 |
| 312 | Bebidas y tabaco | 34 | 52 | 90 |
| 313 | Textiles | 17 | 21 | 193 |
| 314 | Productos textiles | 8 | 3 | 80 |
| 315 | Prendas de vestir | 2 | 9 | 8 |
| 316 | Productos de piel | 4 | 3 | 42 |
| 321 | Productos de madera | 388 | 7 | 881 |
| 322 | Papel | 161 | 67 | 495 |
| 323 | Imprenta y editorial | 118 | 8 | 203 |
| 324 | Productos de petróleo | 140 | 34 | 661 |
| 325 | Sustancias químicas | 499 | 440 | 3,784 |
| 326 | Productos de hule y plástico | 266 | 94 | 1,581 |
| 327 | Piedra, arcilla, vidrio y cemento | 253 | 94 | 1,574 |
| 331 | Metálica básica | 264 | 178 | 1,785 |
| 332 | Metal procesado | 327 | 159 | 3,128 |
| 333 | Maquinaria | 58 | 47 | 1,142 |
| 334 | Computadoras y productos electrónicos | 37 | 124 | 1,232 |
| 335 | Equipo eléctrico | 64 | 114 | 691 |
| 336 | Equipo de transporte | 315 | 288 | 1,576 |
| 337 | Muebles | 90 | 2 | 292 |
| 339 | Manufacturas diversas | 101 | 41 | 479 |
| 41/42/43 | Comercio al por mayor | 141 | 4 | 995 |
| 44/45/46 | Comercio al por menor | 1 | 22 | |
| 48 | Transporte | 232 | 46 | 1 |
| 49 | Almacenamiento y transporte local | 55 | 116 | 1 |
| 51 | Información en medios masivos | 5 | 1 | 11 |
| 52 | Servicios financieros y de seguros | | | |
| 53 | Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles | 52 | | |
| 54 | Servicios profesionales, científicos y técnicos | 13 | 4 | 10 |
| 56 | Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación | 144 | 42 | 228 |
| 61 | Servicios educativos | 24 | 1 | 3 |
| 62 | Servicios de salud y de asistencia social | 20 | 23 | 5 |
| 71 | Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y otros servicios recreativos | | 1 | |
| 72 | Servicios de alojamiento y de preparación de alimentos y bebidas | | 3 | |
| 81 | Otros servicios (salvo actividades del gobierno) | 16 | 10 | 2 |
| 91/92/93 | Actividades del gobierno | 45 | | 235 |
| | Total | 8,773 | 2,452 | 23,798 |

Nota: El número de plantas que registran ante el NPRI canadiense y el RETC de México incluye aquellas plantas en Canadá que registran contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) y las plantas en México que registran gases de efecto invernadero (GEI).

energía nuclear o sean hidroeléctricas), mientras que el TRI de Estados Unidos sólo requiere que presenten registros las centrales eléctricas que operan con petróleo o carbón.

■ Las plantas de tratamiento de aguas residuales deben presentar registros al NPRI de Canadá, pero no al TRI de Estados Unidos o al RETC de México.

■ Tanto el NPRI de Canadá como el TRI de Estados Unidos tienen un umbral de registro de 10 empleados de tiempo completo o su equivalente (con algunas excepciones en Canadá). México no cuenta con dicho umbral.

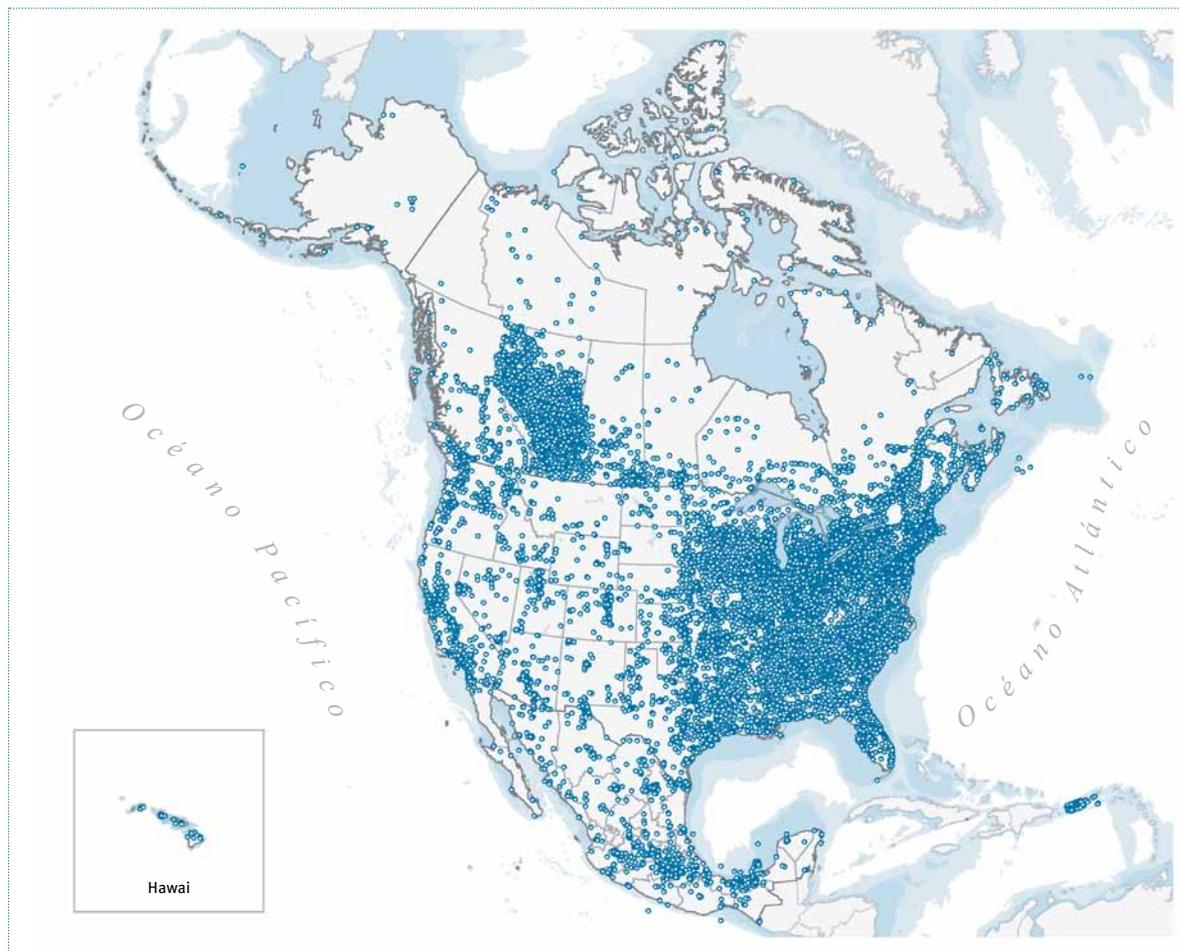
En México (y en algunos casos en Estados Unidos), los requisitos de registro de los RETC se basan en parte en la actividad industrial dentro de la planta más que en el sector industrial. Por ello, no todas las plantas de un determinado sector quedan obligadas a presentar registros. Por ejemplo, en el sector económico que incluye el lavado en seco únicamente deben presentar registros las plantas que efectúan el proceso mismo de lavado y no los puntos de entrega de la ropa.

El **cuadro 3-1** presenta el número de plantas de cada sector que presentó registros en los tres RETC nacionales en 2005. En los cuadros de este capítulo, las diferencias de registro en un sector industrial entre los tres países (por ejemplo, únicamente ciertas actividades del sector deben presentar registro en uno de los sistemas RETC) se indican mediante una nota.

En los sectores incluidos en el **cuadro 3-1**, 8,773 plantas canadienses, 23,798 plantas estadounidenses y 2,452 plantas mexicanas presentaron registros en 2005. En este capítulo se presentan también, aunque por separado del resto de los contaminantes, los datos sobre contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) y gases de efecto invernadero (GEI) de las plantas que presentaron registros a los tres programas RETC.

Todas las plantas que presentaron registros en 2005 se muestran en el **mapa 3-1**. Cabe observar que las diferencias en los requisitos de registro nacionales —por ejemplo, los sectores obligados a presentar registros y los umbrales químico o de empleo— influyen respecto de qué plantas se incluyen.

Mapa 3-1. Todas las plantas que presentan registros a los RETC nacionales.



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro nacionales —por ejemplo, los sectores obligados a presentar registros y los umbrales químico o de empleo— influyen en qué plantas figuran en el mapa.

Contaminantes

En 2005 los contaminantes (o grupos de contaminantes) sujetos a registro ante los RETC de América del Norte fueron 323 en el NPRI canadiense, más de 600 en términos del TRI estadounidense y 104 en el RETC de México. De estas sustancias obligatorias, en 2005 las plantas canadienses informaron sobre 203 (excluidos ciertos COV clasificados en lo individual), las de México sobre 76 y las de Estados Unidos sobre 512. Las sustancias registradas por los tres RETC incluyen algunos contaminantes que se agruparon en el

informe *En balance* con fines de comparación entre los países (por ejemplo, arsénico y sus compuestos, e isómeros de xileno).

Asimismo, siete contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) estuvieron sujetos a registro en el NPRI, y cuatro gases de efecto invernadero (GEI) lo estuvieron en el RETC, pero ninguno de ellos se registró en el TRI de Estados Unidos. En cada país, otros programas —como los inventarios nacionales de emisiones o los registros de gases de invernadero— recopilan datos sobre estos grupos particulares

de sustancias (aunque no necesariamente en el ámbito de las plantas). Como se indicó, en este capítulo la información sobre los CAC y los GEI de cada país se presenta y analiza por separado respecto de los datos correspondientes a las otras sustancias de los RETC.

Los tres sistemas difieren también en sus requisitos de registro para las sustancias comunes. Una de las diferencias radica en los umbrales de registro. Los umbrales mexicanos de “actividad” y de “emisión” suelen ser menores que los del NPRI canadiense o el TRI de Estados Unidos (**capítulo 2**).

Los requisitos de registro, además, varían para determinados contaminantes dependiendo de la forma de su emisión (por ejemplo, sólo las emisiones atmosféricas de ácido sulfúrico se registran en el TRI de Estados Unidos).

El NPRI (y en algunos casos el *RETC*) requiere a las plantas que presentan registros agrupar los principales metales junto con sus compuestos. Por ello, resulta imposible determinar si la emisión o transferencia de una planta fue de un metal o sus compuestos. A la luz de esta situación, *En balance* se refiere a un elemento (como el plomo) y sus compuestos. Por la misma razón, otras sustancias como el ácido nítrico y los compuestos nitrados y todos los isómeros de xileno se agrupan todas en este informe.

En algunos de los cuadros de este capítulo las abreviaturas CA, EU o MX anexas a cada contaminante indican en cuál de los países (Canadá, Estados Unidos o México) el registro de dicha sustancia es obligatorio. En el **apéndice** del presente informe se presentan también los contaminantes comunes a dos o los tres países, así como sus umbrales de registro específicos. Las listas completas de los contaminantes individuales sujetos al registro *RETC* de cada uno de los países se pueden consultar en los respectivos sitios web de los programas *RETC* nacionales.

Resumen de las emisiones y transferencias registradas en América del Norte, 2005

Esta sección presenta un resumen de los datos presentados por los tres sistemas *RETC* en 2005 (sin contar los contaminantes atmosféricos de criterio ni los gases de efecto invernadero, de los cuales se rinde informe por separado). En particular, se muestra qué sectores industriales contribuyeron con las mayores proporciones al total registrado por cada país, qué contaminantes se registraron en las mayores cantidades y por qué medio de emisión o tipo de transferencia, y qué plantas informaron las mayores emisiones.

El **cuadro 3-2** resume los registros industriales en América del Norte de los contaminantes *RETC* (excluidos los contaminantes atmosféricos de criterio y los gases de efecto invernadero) en 2005, y destaca lo siguiente:

- Las plantas canadienses constituyeron 12 por ciento de todas las plantas que presentaron

Cuadro 3-2. Resumen de las emisiones y transferencias totales registradas en Canadá, México y Estados Unidos, 2005

| | NPRI | | RETC | | TRI | |
|---|----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| | | | | | | |
| Total de plantas | 3,528 (de 8,773)* | | 1,678 (de 2,452)** | | 23,798 | |
| Total de formularios | 34,821 | | 10,315 | | 90,245 | |
| Número de contaminantes registrados (sin CAC o GEI) | 196 (de 203)* | | 73 (de 76)** | | 512 | |
| | | Kg % del total | | Kg % del total | | Kg % del total |
| Emisiones en sitio | 551,729,042 | 27 | 6,317,767 | 10 | 1,732,682,088 | 49 |
| Aire | 114,252,704 | 6 | 6,088,772 | 9 | 685,984,101 | 20 |
| Aguas superficiales | 116,803,795 | 6 | 171,752 | 0 | 113,566,677 | 3 |
| Inyección subterránea | 284,317,135 | 14 | n.d. | n.d. | 105,069,582 | 3 |
| Suelo | 36,355,408 | 2 | 57,243 | 0 | 828,061,727 | 24 |
| Emisiones fuera de sitio | 318,725,823 | 16 | 46,024,140 | 71 | 290,106,327 | 8 |
| Transferencias para disposición (salvo metales) | 30,340,975 | 1 | 548,997 | 1 | 29,102,317 | 1 |
| Transferencias de metales*** | 288,384,848 | 14 | 45,475,143 | 70 | 261,004,010 | 7 |
| Emisiones totales en sitio y fuera de sitio | 870,454,865 | 43 | 52,341,907 | 80 | 2,022,788,415 | 58 |
| Transferencias fuera de sitio para reciclaje | 1,124,862,429 | 55 | 12,250,860 | 19 | 940,694,432 | 27 |
| Transferencias para reciclaje de metales | 177,524,946 | 9 | 11,645,176 | 18 | 816,864,437 | 23 |
| Transferencias para reciclaje (salvo metales) | 947,337,483 | 46 | 605,684 | 1 | 123,829,995 | 4 |
| Transferencias fuera de sitio para su manejo ulterior | 51,050,325 | 2 | 641,296 | 1 | 547,457,852 | 16 |
| Recuperación de energía (salvo metales) | 11,094,959 | 1 | 564,299 | 1 | 275,876,568 | 8 |
| Tratamiento (salvo metales) | 27,035,766 | 1 | 74,755 | 0 | 152,370,025 | 4 |
| Drenaje (salvo metales) | 12,919,600 | 1 | 242 | 0 | 119,211,259 | 3 |
| Montos totales registrados de emisiones y transferencias | 2,046,367,619 | 100 | 65,232,064 | 100 | 3,510,940,698 | 100 |

n.d. = no disponible (la inyección subterránea no se practica en México).

* El total de plantas que informaron al NPRI incluye las que registraron contaminantes atmosféricos de criterio (CAC). De éstas, 3,528 informaron sobre las sustancias *RETC* para las cuales se incluyen las cantidades en este cuadro. Los datos de los CAC se presentan por separado en este capítulo.

** El total de plantas que informaron al *RETC* incluye las que registraron gases de efecto invernadero (GEI). De éstas, 1,678 informaron sobre las sustancias *RETC* para las cuales se incluyen las cantidades en este cuadro. Los datos de los GEI se presentan por separado en este capítulo.

*** Incluye transferencias de metales y sus compuestos para recuperación de energía, tratamiento, drenaje y disposición.

registros en América del Norte y contribuyeron con 36 por ciento del total registrado de emisiones y transferencias.

- Las plantas mexicanas constituyeron casi 6 por ciento del total de plantas que presentaron registros y dieron cuenta de alrededor de 1 por ciento del total de emisiones y transferencias registradas.
- Las plantas de Estados Unidos representaron 82 por ciento de todas las plantas que incluídas en los registros en América del Norte y contribuyeron con alrededor de 62 por ciento de todas las emisiones y transferencias.

En cuanto a los tipos de emisiones y transferencias registradas en 2005:

- En Canadá, las mayores cantidades registradas fueron transferencias no metálicas para reciclaje (46 por ciento del total), seguidas por emisiones fuera de sitio (transferencias para disposición) de metales e inyección subterránea (ambas con 14 por ciento del total).
- En México, las emisiones fuera de sitio (transferencias para disposición) de metales dominaron todos los otros métodos (70 por ciento del total). Le siguieron las transferencias de metales para reciclaje (18 por ciento del total).
- En Estados Unidos, las mayores cantidades de 2005 fueron de emisiones al suelo y al aire (24 y 20 por ciento del total, respectivamente). Se registraron también grandes cantidades de envíos de metales para reciclaje (23 por ciento del total).

Emisiones y transferencias de contaminantes en Canadá

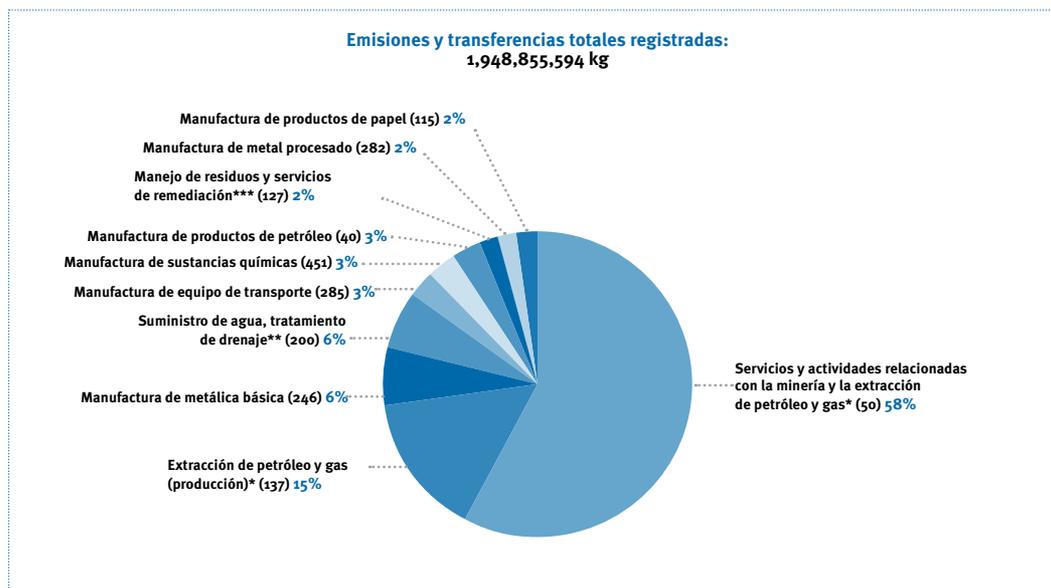
Las cantidades indicadas en este apartado no incluyen los registros de contaminantes atmosféricos de criterio presentados al NPRI.

Sectores industriales que registraron las mayores cantidades

En 2005, 1,933 plantas de 10 sectores industriales representaron más de 95 por ciento de los aproximadamente 2,000 millones de kilogramos de emisiones y transferencias registradas en el NPRI (gráfica 3-1).

Dos industrias relacionadas con la producción de petróleo y gas fueron responsables de dos tercios del total registrado en 2005. El código SCIAN 213 —servicios relacionados con la minería y la extracción de petróleo y gas— incluye plantas como las de gas natural y las estaciones de compresión. Estos sectores petroleros deben presentar registros al NPRI de Canadá y al *RETC* de México, pero no al TRI de Estados Unidos. Puede encontrarse mayor información sobre las emisiones y transferencias de la industria petrolera en el **capítulo 4** del presente informe.

Gráfica 3-1. Industrias con las mayores emisiones y transferencias, NPRI, 2005 (salvo registros de contaminantes atmosféricos de criterio)



Nota: El número de plantas que presentaron registros está en paréntesis.

* Estos sectores presentan registros en el NPRI y el *RETC*, pero no en el TRI de Estados Unidos.

** Estos sectores presentan registros únicamente en el NPRI.

*** En este sector únicamente las plantas con recuperación de desechos y solventes deben presentar registros en el TRI de Estados Unidos.

Cuadro 3-3. Contaminantes (salvo los atmosféricos de criterio) con las mayores emisiones y transferencias registradas, NPRI, 2005 (kilogramos)

| Número CAS | Contaminante | Emisiones en sitio | | | | Emisiones fuera de sitio | | Transferencias para su manejo ulterior | | | Emisiones y transferencias totales |
|------------|--|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| | | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Transferencias para recup. de energía | Transferencias para tratamiento | Transferencias para drenaje | |
| 7783-06-4 | Ácido sulfhídrico ^{CA, MX} | 3,146,312 | 46,995 | 268,623,624 | 33 | 250,947,922 | 840,230,472 | 0 | 4,756 | 5 | 1,363,003,010 |
| 7664-93-9 | Ácido sulfúrico ^{CA, EU} | 11,041,540 | 33,510 | 0 | 123,490 | 8,464,486 | 72,230,190 | 0 | 2,486,267 | 79,480 | 94,466,128 |
| -- | Amoniaco ^{CA, EU} | 20,201,876 | 53,105,248 | 6,398,370 | 407,242 | 2,494,034 | 729,939 | 0 | 1,966,270 | 2,401,530 | 87,720,433 |
| -- | Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 653,614 | 262,991 | 479 | 10,077,327 | 13,309,361 | 50,412,243 | 0 | 0 | 0 | 74,722,335 |
| -- | Compuestos nitrados ^{CA, EU} | 8,741 | 52,181,960 | 268,652 | 168,608 | 972,154 | 15,611 | 0 | 111,077 | 4,886,259 | 58,613,944 |
| -- | Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 224,272 | 17,801 | 18 | 3,126,391 | 2,946,646 | 41,541,536 | 0 | 0 | 0 | 47,856,666 |
| -- | Cobre y sus compuestos ^{CA, EU} | 376,996 | 85,647 | 32 | 929,388 | 1,878,807 | 38,043,495 | 0 | 0 | 0 | 41,318,377 |
| 67-56-1 | Metanol ^{CA, EU} | 16,484,184 | 1,261,899 | 5,864,804 | 36,547 | 4,087,731 | 757,699 | 870,163 | 2,075,609 | 1,035,418 | 32,495,006 |
| -- | Manganeso y sus compuestos ^{CA, EU} | 165,188 | 1,438,184 | 136 | 5,366,583 | 6,240,065 | 19,012,575 | 0 | 0 | 0 | 32,229,518 |
| -- | Fósforo ^{CA, EU} | 121,665 | 6,921,767 | 1,296,185 | 3,466,692 | 9,394,466 | 3,373,704 | 32 | 1,578,934 | 1,056,406 | 27,213,543 |

Nota: CA, EU y MX indican el o los países donde el registro de ese contaminante es obligatorio. CAS = Chemical Abstracts Services (Servicio de información sobre productos químicos). Este cuadro agrupa: 1) los metales con sus compuestos, y 2) el ácido nítrico y los compuestos nitrados. Los registros de Canadá, Estados Unidos y México pueden diferir en los casos del amoniaco, el ácido sulfúrico y el fósforo. Los umbrales de registro de cada país para el plomo y sus compuestos son más bajos que los niveles estándar de registro de los RETC (véase el apéndice).

Contaminantes con las mayores cantidades registradas

El **cuadro 3-3** presenta los contaminantes con las mayores emisiones y transferencias totales registradas en el NPRI de Canadá en 2005. El **cuadro 3-4** enumera los sectores industriales responsables de la mayor parte de estas emisiones y transferencias.

Estos dos cuadros muestran que, de todos los contaminantes registrados por las plantas canadienses en 2005, apenas 10 sustancias representaron más de 1,800 millones de kilogramos, alrededor de 91 por ciento de todas las emisiones y transferencias registradas en dicho país. Algunos de los hallazgos derivados de estos cuadros incluyen los siguientes.

La mayor parte de las cantidades registradas de **ácido sulfhídrico** fueron principalmente

transferencias para reciclaje y emitidas fuera de sitio para disposición e inyección subterránea; más de 3 millones de kilogramos se emitieron al aire. Este contaminante fue principalmente registrado por plantas de extracción de petróleo y gas (y plantas que les prestan servicios relacionados), muy comunes en los tipos de instalaciones de petróleo y gas natural de los campos del oeste canadiense.

Las emisiones de **amoniaco y compuestos nitrados** al agua fueron dominadas por las plantas de tratamiento de aguas residuales, mismas que, junto con las plantas químicas, emitieron también grandes cantidades de amoniaco al aire.

El **metanol** se emitió al aire, en particular por el sector de fabricación de productos de papel. Este sector, además del de extracción (producción) de gas, también emitió importantes cantidades al agua.

Las emisiones de **ácido sulfúrico** al aire fueron encabezadas por el sector de productos petroleros, el cual, junto con el de productos químicos, también transfirió cantidades muy grandes de ácido sulfúrico para reciclaje.

Grandes cantidades de **plomo, cobre y zinc y sus compuestos** se transfirieron para reciclaje, además de emisiones fuera de sitio enviadas para disposición, principalmente por parte de los sectores de metálica básica, productos metálicos y fabricación de equipo de transporte. Cantidades importantes de estos metales también se emitieron al aire y el agua.

Cuadro 3-4. Sectores industriales con las mayores emisiones y transferencias registradas, NPRI, 2005 (kilogramos)

| Nombre de la industria | Emisiones y transf. totales registradas por este sector | Núm. de plantas que registran en este sector | Principales contaminantes que registran en este sector | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias | Emisiones y transferencias totales | |
|--|---|--|--|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------|
| Servicios y actividades relacionadas con la minería y la extracción de petróleo y gas (SCIAN 213)* | 1,115,606,972 | 50 | Ácido sulfhídrico ^{CA, MX} | 58,560 | 0 | 31,902,200 | 0 | 240,375,600 | 840,226,500 | 0 | 1,112,562,860 | |
| | | | Disulfuro de carbono ^{CA, EU} | 1,144,340 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,144,340 |
| | | | Metanol ^{CA, EU} | 4,530 | 0 | 100,435 | 130 | 329,323 | 0 | 4,810 | 439,228 | 439,228 |
| | | | n-Hexano ^{CA, EU} | 212,967 | 0 | 0 | 4 | 495 | 184,436 | 5,064 | 402,966 | 402,966 |
| | | | Tolueno ^{CA, EU} | 26,733 | 0 | 0 | 4 | 399 | 184,155 | 9,103 | 220,394 | 220,394 |
| Extracción de petróleo y gas (producción) (SCIAN 211)* | 279,041,189 | 137 | Ácido sulfhídrico ^{CA, MX} | 1,230,903 | 0 | 236,704,943 | 0 | 10,565,998 | 265 | 0 | 248,502,109 | |
| | | | Metanol ^{CA, EU} | 132,765 | 950,594 | 5,354,665 | 0 | 3,207,499 | 973 | 93 | 9,646,589 | |
| | | | Amoniaco ^{CA, EU} | 1,838,577 | 216,779 | 8,658 | 0 | 0 | 0 | 153 | 2,064,167 | |
| | | | Sulfuro de carbonilo ^{CA, EU} | 1,916,138 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,916,138 | |
| | | | Disulfuro de carbono ^{CA, EU} | 1,852,722 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,852,722 | |
| Metálica básica (SCIAN 331) | 124,265,288 | 246 | Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 108,113 | 3,001 | 0 | 646,454 | 1,021,425 | 32,503,382 | 0 | 34,282,375 | |
| | | | Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 390,555 | 25,111 | 0 | 4,663,843 | 8,207,717 | 14,181,540 | 0 | 27,468,766 | |
| | | | Cobre y sus compuestos ^{CA, EU} | 109,169 | 4,409 | 0 | 300,424 | 315,903 | 11,586,404 | 0 | 12,316,309 | |
| | | | Ácido sulfúrico ^{CA, EU} | 61,340 | 869 | 0 | 0 | 1,025 | 10,572,276 | 1,308,013 | 11,943,523 | |
| | | | Ácido clorhídrico ^{CA, EU} | 366,328 | 6,727 | 0 | 0 | 56,531 | 6,194,590 | 270,346 | 6,894,522 | |
| Suministro de agua, tratamiento de aguas residuales (SCIAN 2213)** | 120,661,709 | 200 | Amoniaco ^{CA, EU} | 4,378,897 | 48,234,418 | 0 | 131,004 | 2,364,435 | 122,331 | 3,154,343 | 58,385,428 | |
| | | | Compuestos nitrados ^{CA, EU} | 0 | 45,287,278 | 0 | 11,965 | 21,574 | 15,412 | 5,706 | 45,341,935 | |
| | | | Fósforo ^{CA, EU} | 6,106 | 4,718,028 | 0 | 242,175 | 6,818,270 | 1,255,407 | 2,010,707 | 15,050,693 | |
| | | | Aluminio (humo o polvo) ^{CA, EU} | 4 | 2,408 | 0 | 0 | 446,039 | 0 | 0 | 448,451 | |
| | | | Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 238 | 151,591 | 0 | 7,950 | 193,861 | 6,320 | 0 | 359,960 | |
| Manufactura de equipo de transporte (SCIAN 336) | 67,957,206 | 285 | Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 20,107 | 167 | 0 | 0 | 206,337 | 24,250,033 | 0 | 24,476,644 | |
| | | | Manganeso y sus compuestos ^{CA, EU} | 6,534 | 10 | 0 | 839 | 152,226 | 12,020,521 | 0 | 12,180,130 | |
| | | | Cromo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 1,906 | 13 | 0 | 0 | 106,615 | 6,229,453 | 0 | 6,337,988 | |
| | | | Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 790 | 0 | 1 | 154,469 | 5,921,092 | 0 | 6,076,353 | | |
| | | | Xilenos ^{CA, EU} | 1,694,477 | 0 | 0 | 0 | 1,690,149 | 67,511 | 3,452,137 | | |
| Manufactura de sustancias químicas (SCIAN 325) | 62,933,371 | 451 | Ácido sulfúrico ^{CA, EU} | 77,928 | 0 | 0 | 0 | 6,491,835 | 10,538,738 | 568,198 | 17,676,699 | |
| | | | Amoniaco ^{CA, EU} | 9,831,741 | 67,043 | 1,801,190 | 24,330 | 2,012 | 0 | 422,596 | 12,148,912 | |
| | | | Compuestos nitrados ^{CA, EU} | 6,676 | 604,380 | 267,116 | 60,920 | 355,818 | 18,545 | 3,393,091 | 4,706,546 | |
| | | | Metanol ^{CA, EU} | 1,183,722 | 4,943 | 169,046 | 140 | 105,141 | 336,717 | 2,571,180 | 4,370,889 | |
| | | | Xilenos ^{CA, EU} | 518,245 | 24 | 16 | 0 | 23,202 | 1,152,449 | 2,096,508 | 3,790,444 | |
| Manufactura de productos de petróleo (SCIAN 324) | 62,308,587 | 40 | Ácido sulfúrico ^{CA, EU} | 1,786,149 | 0 | 0 | 6,724 | 0 | 50,270,098 | 4,005 | 52,066,976 | |
| | | | Amoniaco ^{CA, EU} | 41,429 | 182,528 | 0 | 0 | 1,143 | 127 | 126,987 | 352,214 | |
| | | | Asbestos (friables) ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 0 | 591,442 | 0 | 0 | 591,442 | |
| | | | Tolueno ^{CA, EU} | 317,436 | 1,742 | 0 | 656 | 7,312 | 3,382 | 659 | 331,187 | |
| | | | Xilenos ^{CA, EU} | 279,907 | 214 | 0 | 652 | 6,920 | 18,217 | 3,320 | 309,230 | |
| Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (SCIAN 56)*** | 43,020,253 | 127 | Asbestos (friables) ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 6,129,990 | 33,001 | 0 | 0 | 6,162,991 | |
| | | | Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 5,590 | 0 | 0 | 3,600,672 | 1,305,154 | 172,830 | 0 | 5,084,246 | |
| | | | Tolueno ^{CA, EU} | 55,946 | 0 | 0 | 3,481 | 408,527 | 339,300 | 3,228,289 | 4,035,543 | |
| | | | Xilenos ^{CA, EU} | 92,964 | 0 | 0 | 13,253 | 424,576 | 431,757 | 3,000,715 | 3,963,265 | |
| | | | Compuestos nitrados ^{CA, EU} | 0 | 2,110,501 | 0 | 0 | 780,208 | 105 | 17,443 | 2,908,257 | |
| Manufactura de metal procesado (SCIAN 332) | 38,467,447 | 282 | Cobre y sus compuestos ^{CA, EU} | 4,461 | 52 | 0 | 0 | 76,132 | 12,760,856 | 0 | 12,841,501 | |
| | | | Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 5,949 | 225 | 0 | 0 | 923,532 | 8,143,073 | 0 | 9,072,779 | |
| | | | Ácido clorhídrico ^{CA, EU} | 36,737 | 0 | 0 | 0 | 188,451 | 9,449 | 3,652,320 | 3,886,957 | |
| | | | Compuestos nitrados ^{CA, EU} | 3,930 | 12,426 | 0 | 0 | 96 | 5,095 | 2,126,423 | 2,147,970 | |
| | | | Cromo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 2,357 | 62 | 0 | 45 | 122,938 | 1,826,267 | 0 | 1,951,670 | |
| Manufactura de productos de papel (SCIAN 322) | 34,593,571 | 115 | Metanol ^{CA, EU} | 10,935,380 | 288,202 | 0 | 28,677 | 14,040 | 8,202 | 322,181 | 11,596,682 | |
| | | | Fósforo ^{CA, EU} | 13,785 | 1,996,293 | 0 | 1,560,471 | 1,229,739 | 346,915 | 5,550 | 5,152,753 | |
| | | | Manganeso y sus compuestos ^{CA, EU} | 44,094 | 1,262,202 | 0 | 1,662,265 | 1,285,778 | 179,053 | 0 | 4,433,392 | |
| | | | Amoniaco ^{CA, EU} | 2,087,636 | 1,805,393 | 0 | 12,824 | 12,075 | 11,734 | 12,643 | 3,942,305 | |
| | | | Ácido clorhídrico ^{CA, EU} | 2,029,188 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,029,188 | |

Nota: CA, EU y MX indican el o los países en donde el registro de ese contaminante es obligatorio. Este cuadro agrupa: 1) los metales con sus compuestos, 2) el ácido cítrico y los compuestos nitrados y 3) los xilenos. Los registros de Canadá y Estados Unidos pueden diferir en los casos del amoniaco, el ácido sulfúrico y el fósforo. Para varios de estos contaminantes se han asignado en cada país umbrales de registro menores que los niveles estándar de registro de los RETC (véase el apéndice).

* 211 y 213: estos sectores no están obligados a informar de sus emisiones y transferencias al TRI de Estados Unidos.

** El registro es requerido únicamente en el NPRI canadiense.

*** En este sector únicamente las plantas con desecho de residuos peligrosos y recuperación de solventes deben presentar informes al TRI de Estados Unidos.

Cuadro 3-5. Plantas que registraron las mayores emisiones, NPRI, 2005 (kilogramos)

| Nombre | ID DEL NPRI | Ciudad | Provincia | Código integrado SCIAN | Descripción detallada del sector | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio: no metales | Disposición fuera de sitio: metales | Emisiones totales | % del total de emisiones del NPRI |
|--|-------------|----------------|--------------------|---|---|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|--|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| 1 Duke Energy Gas Transmission | 0000007718 | Chetwynd | Columbia Británica | Servicios relacionados con la minería | Servicios relacionados con la minería | 1,530 | 0 | 0 | 0 | 240,375,600 | 0 | 240,377,130 | 27.6 |
| 2 Husky Energy | 0000001439 | Rainbow Lake | Alberta | Extracción de petróleo y gas | Extracción de petróleo y gas | 7,245 | 0 | 53,587,320 | 0 | 0 | 0 | 53,594,565 | 6.2 |
| 3 Keyera Energy Ltd. | 0000001362 | Drayton Valley | Alberta | Extracción de petróleo y gas | Extracción de petróleo y gas | 27,810 | 0 | 52,416,460 | 0 | 0 | 0 | 52,444,270 | 6.0 |
| 4 Canadian Natural Resources Ltd | 0000005286 | Charlie Lake | Columbia Británica | Extracción de petróleo y gas | Extracción de petróleo y gas | 25,510 | 0 | 41,686,164 | 0 | 10,678,687 | 0 | 52,390,361 | 6.0 |
| 5 Duke Energy Midstream Services Canada Corp | 0000005125 | Fort St. John | Columbia Británica | Servicios relacionados con la minería | Servicios relacionados con la minería | 7,780 | 0 | 31,902,200 | 0 | 3,600 | 0 | 31,913,580 | 3.7 |
| 6 Conoco Phillips Canada | 0000000536 | n.d. | Alberta | Extracción de petróleo y gas | Extracción de petróleo y gas | 3,967 | 0 | 30,229,288 | 0 | 12,118 | 0 | 30,245,373 | 3.5 |
| 7 Apache Canada | 0000005285 | Zama | Alberta | Extracción de petróleo y gas | Extracción de petróleo y gas | 15,159 | 0 | 27,160,962 | 0 | 0 | 0 | 27,176,121 | 3.1 |
| 8 City of Toronto | 0000002240 | Toronto | Ontario | Agua, drenaje y otros sistemas | Agua, drenaje y otros sistemas | 0 | 16,295,443 | 0 | 0 | 1,574,900 | 83,489 | 17,953,832 | 2.1 |
| 9 Keyera Energy Ltd. | 0000016152 | Drayton Valley | Alberta | Extracción de petróleo y gas | Extracción de petróleo y gas | 13,695 | 0 | 16,105,440 | 0 | 0 | 0 | 16,119,135 | 1.9 |
| 10 City of Calgary | 0000005308 | Calgary | Alberta | Agua, drenaje y otros sistemas | Agua, drenaje y otros sistemas | 326,803 | 9,152,489 | 0 | 0 | 0 | 22,738 | 9,502,030 | 1.1 |
| 11 Ville de Montréal | 0000003571 | Montreal | Quebec | Agua, drenaje y otros sistemas | Agua, drenaje y otros sistemas | 268 | 5,410,776 | 0 | 0 | 1,249,000 | 116,728 | 6,776,773 | 0.8 |
| 12 Paramount Resources Ltd. | 0000017420 | n.d. | Alberta | Extracción de petróleo y gas | Extracción de petróleo y gas | 7,432 | 0 | 6,709,680 | 0 | 5 | 0 | 6,717,117 | 0.8 |
| 13 Ethyl Canada Inc. | 0000002734 | Corunna | Ontario | Manufactura de sustancias químicas | Manufactura de sustancias básicas | 737 | 5 | 0 | 0 | 6,334,198 | 258 | 6,335,880 | 0.7 |
| 14 Keyera Energy Ltd. | 0000000689 | Drayton Valley | Alberta | Extracción de petróleo y gas | Extracción de petróleo y gas | 7,801 | 0 | 6,167,540 | 0 | 0 | 0 | 6,175,341 | 0.7 |
| 15 City of Ottawa | 0000000770 | Gloucester | Ontario | Agua, drenaje y otros sistemas | Agua, drenaje y otros sistemas | 355,001 | 4,996,907 | 0 | 0 | 187,007 | 1,874 | 5,540,789 | 0.6 |
| 16 Greater Vancouver Reg'l District | 0000001338 | Delta | Columbia Británica | Agua, drenaje y otros sistemas | Agua, drenaje y otros sistemas | 96,977 | 5,362,474 | 0 | 0 | 13,269 | 1,435 | 5,474,155 | 0.6 |
| 17 City of Toronto | 0000004435 | Toronto | Ontario | Agua, drenaje y otros sistemas | Agua, drenaje y otros sistemas | 334 | 4,572,656 | 0 | 228,819 | 193,000 | 17,889 | 5,012,698 | 0.6 |
| 18 IPSCO Saskatchewan Inc. | 0000002740 | Regina | Saskatchewan | Manufactura de metálica básica | Industria básica del hierro y del acero | 7,265 | 0 | 0 | 230 | 15,770 | 4,709,412 | 4,733,495 | 0.5 |
| 19 Stablex Canada | 0000005491 | Blainville | Quebec | Manejo de residuos y servicios de remediación | Tratamiento de residuos y disposición | 0 | 0 | 0 | 4,670,761 | 0 | 0 | 4,670,761 | 0.5 |
| 20 Agrium | 0000002134 | Redwater | Alberta | Manufactura de sustancias químicas | Manufactura de pesticidas, fertilizantes y otras sustancias para la agricultura | 2,767,050 | 31,015 | 1,638,862 | 0 | 9,830 | 66 | 4,446,823 | 0.5 |
| 21 Syncrude Canada | 0000002274 | Fort McMurray | Alberta | Extracción de petróleo y gas | Extracción de petróleo y gas | 4,283,321 | 0 | 0 | 8,179 | 0 | 11,180 | 4,302,680 | 0.5 |
| 22 CVRD Inco | 0000000444 | Copper Cliff | Ontario | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 4,222,209 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,222,209 | 0.5 |
| 23 Petro-Canada | 0000003903 | Edmonton | Alberta | Manufactura de productos de petróleo y carbón | Manufactura de productos de petróleo y carbón | 203,206 | 1,607 | 3,818,159 | 350 | 34,625 | 60,282 | 4,120,973 | 0.5 |
| 24 Regional Municipality of Halton | 0000004771 | Burlington | Ontario | Agua, drenaje y otros sistemas | Agua, drenaje y otros sistemas | 81,389 | 3,311,572 | 0 | 0 | 569,865 | 292 | 3,963,118 | 0.5 |
| 25 City of Edmonton | 0000005390 | Edmonton | Alberta | Agua, drenaje y otros sistemas | Agua, drenaje y otros sistemas | 205,400 | 3,468,209 | 0 | 0 | 0 | 13,095 | 3,686,704 | 0.4 |

n.d. = no disponible.

Plantas que registraron las mayores emisiones

Veinticinco plantas canadienses dieron cuenta de alrededor de 70 por ciento del total de emisiones registradas al aire, agua, suelo, inyección subterránea o disposición (**cuadro 3-5**).

Las plantas con las mayores emisiones correspondieron a la extracción de petróleo y gas, así como del sector que presta servicios a la minería, canteras y actividades de extracción de petróleo y gas (código SCIAN 213). La planta con la clasificación más alta, Duke Energy Gas Transmission (más de 27 por

ciento de todas las emisiones registradas en 2005), ofrece servicios y apoyo a las operaciones de extracción de petróleo y gas en la provincia de Columbia Británica. En 2005 esta planta emitió grandes cantidades de ácido sulfhídrico, principalmente para disposición. Las otras plantas con las mayores emisiones registradas se ubicaron también en el oeste canadiense. La inyección subterránea de ácido sulfhídrico fue otro método común de emisiones de las plantas del sector de petróleo y gas. Mayores detalles sobre las emisiones y transferencias de la industria petrolera se pueden consultar en el **capítulo 4**.

El sector de suministro de agua y drenaje también estuvo bien representado entre las plantas de mayores emisiones en Canadá. Las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en grandes ciudades canadienses como Toronto, Montreal, Ottawa y Vancouver registraron grandes cantidades de emisiones al agua, en particular de amoníaco y compuestos nitrados. Más de cuatro millones de kilogramos de amoníaco fueron emitidos al aire por plantas de este sector.

Emisiones y transferencias de contaminantes en México

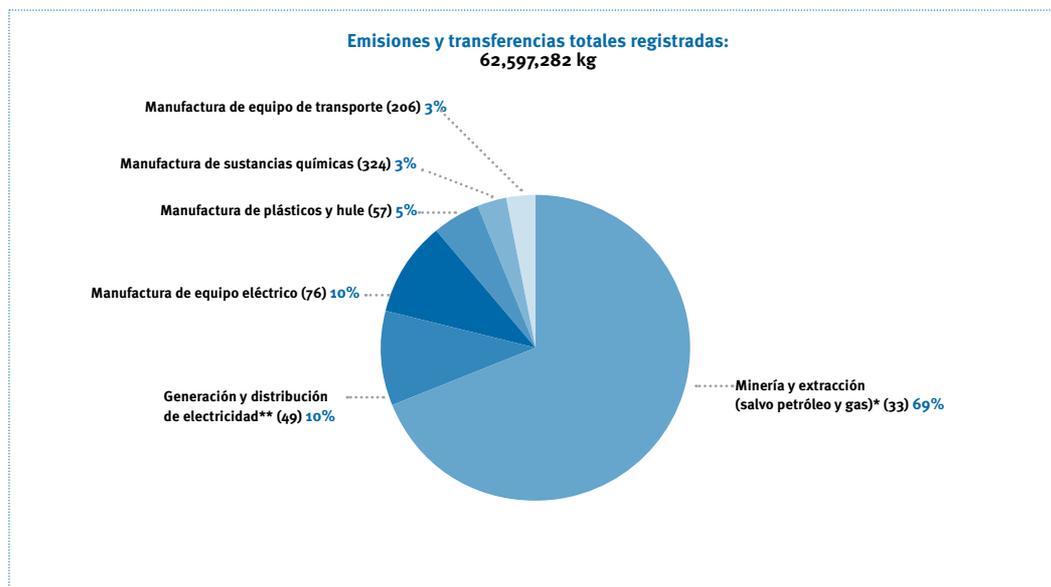
Las cantidades indicadas en este apartado no incluyen los registros de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) al *RETC*.

Sectores industriales que registraron las mayores cantidades

En 2005, 745 plantas de seis sectores industriales contribuyeron con alrededor de 96 por ciento de los más de 65 millones de kilogramos de emisiones y transferencias registradas en el *RETC* mexicano (*gráfica 3-2*).

Un solo sector, la minería de minerales metálicos, contribuyó con 64 por ciento del total registrado de emisiones y transferencias en 2005. Los sectores que le siguieron en mayores cantidades registradas fueron las centrales eléctricas y la fabricación de equipo eléctrico.

Gráfica 3-2. Industrias con las mayores emisiones y transferencias, *RETC*, 2005 (excluido el registro de GEI)



Nota: El número de plantas que presentaron registros está entre paréntesis.

* Los *RETC* difieren en cuanto al tipo de actividades de este sector que deben presentar informes.

** En este sector, únicamente las plantas que operan con carbón o petróleo deben informar al TRI estadounidense de sus emisiones y transferencias.

Cuadro 3-6. Contaminantes (salvo GEI) con las mayores emisiones y transferencias totales registradas (kilogramos), *RETC*, 2005

| Número CAS | Contaminante | Emisiones en sitio | | | | Emisiones fuera de sitio | | Transferencias para su manejo ulterior | | | Emisiones y transferencias totales |
|------------|---|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| | | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones at suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Transferencias para recuperación de energía | Transferencias para tratamiento | Transferencias para drenaje | |
| -- | Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 67,580 | 34,923 | 0 | 1,904 | 37,821,041 | 9,814,713 | 0 | 0 | 0 | 47,740,160 |
| -- | Arsénico y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 2,147 | 26,636 | 0 | 3 | 6,582,241 | 93,406 | 0 | 0 | 0 | 6,704,434 |
| 7783-06-4 | Ácido sulfhídrico ^{CA, MX} | 5,483,091 | 587 | 0 | 0 | 917 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,484,595 |
| -- | Níquel y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 25,501 | 40,832 | 0 | 6,594 | 866,782 | 939,819 | 0 | 0 | 0 | 1,879,528 |
| -- | Cromo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 3,522 | 21,259 | 0 | 9,469 | 191,188 | 789,800 | 0 | 0 | 0 | 1,015,239 |
| 75-09-2 | Diclorometano ^{CA, EU, MX} | 19,809 | 0 | 0 | 5 | 9,799 | 278,020 | 404,880 | 0 | 0 | 712,513 |
| 1332-21-4 | Asbestos (friables) ^{CA, EU, MX} | 715 | 0 | 0 | 430 | 308,167 | 0 | 1,390 | 0 | 0 | 310,703 |
| 100-42-5 | Estireno ^{CA, EU, MX} | 111,338 | 338 | 0 | 13,488 | 8,501 | 4,667 | 148,806 | 16,291 | 0 | 303,430 |
| 107-06-2 | 1,2-Dicloroetano ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 219,463 | 1,548 | 0 | 0 | 221,011 |
| 50-00-0 | Formaldehído ^{CA, EU, MX} | 159,768 | 188 | 0 | 0 | 3,721 | 300 | 0 | 0 | 185 | 158,162 |

Nota: CA, EU y MX indican el o los países en donde el registro de ese contaminante es obligatorio. CAS = Chemical Abstracts Services (Servicio de información sobre productos químicos). Este cuadro agrupa los metales con sus compuestos. Para varios de estos contaminantes se han asignado en cada país umbrales de registro menores que los niveles estándar de registro de los *RETC* (véase el **apéndice**).

Contaminantes con las mayores cantidades registradas

El **cuadro 3-6** presenta los contaminantes con las mayores cantidades totales registradas de emisiones y transferencias en el *RETC* de México. El **cuadro 3-7** enlista las mayores emisiones y transferencias de los sectores con mayores registros en 2005.

Estos cuadros muestran que, de todos los contaminantes registrados por las plantas mexicanas en 2005, apenas 10 sustancias totalizaron 64.5 millones de kilogramos, lo que representó 99 por ciento del total de emisiones y transferencias en el país. Algunos de los hallazgos derivados de estos cuadros incluyen los siguientes.

El **plomo y sus compuestos** fueron los contaminantes registrados ante el *RETC* en las mayores cantidades en 2005. En la mayor parte de los casos se trató de emisiones fuera de sitio para disposición o transferencias para reciclaje, principalmente del sector de minería de minerales metálicos. El plomo y sus compuestos también se emitieron al aire por fabricantes de equipo eléctrico y plantas de la industria química.

El sector de minería de minerales metálicos envió también otros metales para disposición, como **arsénico, níquel y cromo, y sus compuestos**. El

níquel y el cromo, y sus compuestos, fueron también registrados por plantas de fabricación de equipo de transporte (sobre todo enviados para reciclaje o disposición, pero grandes cantidades se emitieron también al agua). Cantidades cuantiosas de níquel y sus compuestos, además, fueron enviados para disposición por las centrales eléctricas mexicanas.

Las centrales eléctricas emitieron al aire más de cinco millones de kilogramos de **ácido sulfhídrico** como subproducto de petróleo o carbón con contenido de azufre. El sector realizó también emisiones de **formaldehído** al aire. Otros contaminantes emitidos al aire en grandes cantidades fueron el **estireno**, principalmente por las industrias de plásticos y hule y de productos químicos.

Las plantas mexicanas informaron, en general, muy pocas sustancias como emisiones al suelo. La inyección subterránea no se practica en México.

Plantas que registraron las mayores cantidades

Veinticinco plantas mexicanas dieron cuenta en 2005 de casi 98 por ciento del total de emisiones registradas al aire, agua, suelo o para disposición (**cuadro 3-8**).

Dos plantas de minería metálica y dos centrales eléctricas dieron cuenta de más de 92 por ciento del total de emisiones registradas por las plantas mexicanas en 2005. La planta con la clasificación más alta, Compañía Fresnillo en el estado de Chihuahua, que se ocupa de operaciones de minería de plomo y zinc, registró emisiones de más de 36 millones de kilogramos, principalmente de plomo y sus compuestos para disposición (el zinc no está sujeto a registro en el *RETC*). La planta con el segundo lugar, Compañía Minera Nuevo Monte en el estado de Hidalgo, que participa en el sector de minería de otros minerales, registró casi seis millones de kilogramos, principalmente arsénico y sus compuestos, enviados para disposición.

Las plantas con el tercero y cuarto lugares —ambas, centrales eléctricas operadas por la Comisión Federal de Electricidad— emitieron al aire más de cinco millones de kilogramos de ácido sulfhídrico. Otras plantas de este sector también emitieron al aire formaldehído.

Para disposición se emitieron grandes cantidades de compuestos metálicos (por ejemplo, de plomo, níquel y cromo), en particular por plantas fabricantes de productos metálicos, equipo eléctrico y equipo de transporte.

Cuadro 3-7. Sectores industriales con las mayores emisiones y transferencias registradas, *RETC*, 2005 (kilogramos)

| Nombre de la industria | Emisiones y transf. totales registradas por este sector | Núm. de plantas que registran en este sector | Principales contaminantes registrados en este sector | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias | Emisiones y transferencias totales de este contaminante |
|--|---|--|--|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|---|
| Minería y extracción (salvo petróleo y gas) (SCIAN 212)* | 43,180,503 | 33 | Plomo y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 438 | n.d. | 1 | 37,062,290 | 0 | 0 | 37,062,729 |
| | | | Arsénico y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 162 | n.d. | 0 | 6,092,530 | 0 | 0 | 6,092,692 |
| | | | Cianuro CA, EU, MX | 0 | 57 | n.d. | 0 | 15,706 | 0 | 0 | 15,763 |
| | | | Cadmio y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 410 | n.d. | 0 | 8,416 | 0 | 0 | 8,826 |
| | | | Níquel y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 289 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 | 289 |
| Generación y distribución de electricidad (SCIAN 2211)** | 6,102,060 | 49 | Ácido sulfhídrico CA, EU | 5,474,617 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,474,617 |
| | | | Níquel y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 1,556 | n.d. | 0 | 490,614 | 20,370 | 0 | 512,541 |
| | | | Formaldehído CA, EU, MX | 76,140 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 | 76,140 |
| | | | Asbestos (friables) CA, EU, MX | 0 | 0 | n.d. | 0 | 19,140 | 0 | 0 | 19,140 |
| | | | Arsénico y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 7,414 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,414 |
| Manufactura de equipo eléctrico (SCIAN 335) | 6,069,268 | 76 | Plomo y sus compuestos CA, EU, MX | 24,350 | 390 | n.d. | 37 | 350,477 | 5,628,679 | 0 | 6,003,934 |
| | | | Bifenilos policlorados (BPC) CA, EU, MX | 0 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 27,200 | 27,200 |
| | | | Cromo y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 55 | n.d. | 0 | 11,995 | 3,261 | 0 | 15,311 |
| | | | Níquel y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 306 | n.d. | 0 | 7,917 | 1,458 | 0 | 9,682 |
| | | | Fenol CA, EU, MX | 0 | 0 | n.d. | 0 | 383 | 6,763 | 0 | 7,146 |
| Manufactura de plásticos y hule (SCIAN 326) | 3,391,482 | 57 | Plomo y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 56 | n.d. | 5 | 0 | 3,197,010 | 0 | 3,197,072 |
| | | | Estireno CA, EU, MX | 33,281 | 0 | n.d. | 4,667 | 58 | 4,667 | 131,070 | 173,742 |
| | | | Diclorometano CA, EU, MX | 0 | 0 | n.d. | 0 | 9,450 | 0 | 0 | 9,450 |
| | | | HCFC-141b CA, EU, MX | 8,435 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,435 |
| | | | Fenol CA, EU, MX | 1,148 | 4 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,152 |
| Manufactura de sustancias químicas (SCIAN 325) | 1,983,852 | 324 | Diclorometano CA, EU, MX | 9,912 | 0 | n.d. | 0 | 309 | 275,500 | 404,400 | 690,121 |
| | | | Arsénico y sus compuestos CA, EU, MX | 0 | 672 | n.d. | 0 | 399,171 | 0 | 0 | 399,843 |
| | | | 1,2-Dicloroetano CA, EU, MX | 0 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 219,463 | 1,548 | 221,011 |
| | | | Plomo y sus compuestos CA, EU, MX | 4,040 | 5,210 | n.d. | 9 | 164,629 | 11,808 | 0 | 185,696 |
| | | | Estireno CA, EU, MX | 41,472 | 0 | n.d. | 0 | 4,173 | 0 | 31,911 | 77,557 |
| Manufactura de equipo de transporte (NAAICS 336) | 1,870,117 | 206 | Níquel y sus compuestos CA, EU, MX | 1,034 | 13,780 | n.d. | 47 | 10,619 | 808,180 | 0 | 833,660 |
| | | | Cromo y sus compuestos CA, EU, MX | 27 | 3,819 | n.d. | 40 | 8,472 | 739,760 | 0 | 752,118 |
| | | | Plomo y sus compuestos CA, EU, MX | 269 | 7,494 | n.d. | 10 | 46,992 | 82,089 | 0 | 136,854 |
| | | | Fenol CA, EU, MX | 72 | 0 | n.d. | 0 | 900 | 40,070 | 0 | 41,042 |
| | | | Asbestos (friables) CA, EU, MX | 9 | 0 | n.d. | 0 | 26,880 | 0 | 0 | 26,889 |

n.d. = no disponible.

Nota: CA, EU y MX indican el o los países en donde el registro de ese contaminante es obligatorio. Este cuadro agrupa los metales y sus compuestos. Para varios de estos contaminantes se han asignado en cada país umbrales de registro menores que los niveles estándar de registro de los RETC (véase el **apéndice**).

* Los RETC difieren en cuanto al tipo de actividades de este sector que deben presentar informes.

** En este sector, únicamente las plantas que operan con carbón o petróleo deben informar al TRI estadounidense de sus emisiones y transferencias.

Cuadro 3-8. Plantas que registraron las mayores emisiones, *RETC*, 2005 (kilogramos)

| | Nombre | ID DEL <i>RETC</i> | Ciudad | Estado | Código integrado SCIAN | Descripción detallada del sector | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio: no metales | Disposición fuera de sitio: metales | Emisiones totales | % del total de emisiones del <i>RETC</i> |
|----|--|--------------------|-------------------------|------------------|--|---|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|--|-------------------------------------|-------------------|--|
| 1 | Compañía Fresnillo, S.A. de C.V. | FRE140806211 | Saucillo | Chihuahua | Minería | Minería de minerales metálicos | 0 | 4 | n.d. | 0 | 15,204 | 36,220,000 | 36,235,208 | 69.2 |
| 2 | Compañía Minera Nuevo Monte | MNMMK1308411 | Zimapán | Hidalgo | Minería | Minería de minerales metálicos | 0 | 6 | n.d. | 0 | 0 | 6,774,920 | 6,774,926 | 12.9 |
| 3 | Comisión Federal de Electricidad Campo y Central Geotermoelectrónica Los Azufres | CFELS1603411 | Hidalgo | Michoacán | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | 3,998,000 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 3,998,000 | 7.6 |
| 4 | Comisión Federal de Electricidad Central Geotermoelectrónica Humeros | CFELS2105511 | Chignautla | Puebla | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | 1,453,700 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 1,453,700 | 2.8 |
| 5 | Comisión Federal de Electricidad Central Termoelectrónica José Aceves Pozos | CFEAD2501211 | Mazatlán | Sinaloa | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | 0 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 488,190 | 488,190 | 0.9 |
| 6 | Solvay Fluor México, S.A. de C.V. | SFM510803711 | Juárez | Chihuahua | Manufactura de sustancias químicas | Manufactura de sustancias básicas | 0 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 399,171 | 399,171 | 0.8 |
| 7 | Ideal Standard | IST8A1901211 | Ciénega de Flores | Nuevo León | Manufactura de productos de metal procesado | Recubrimiento y terminados metálicos | 1 | 3 | n.d. | 0 | 0 | 393,306 | 393,310 | 0.8 |
| 8 | Empresas Ca Le de Tlaxcala, S.A. de C.V. | ECL8Z2903111 | Tetla de la Solidaridad | Tlaxcala | Manufactura de componentes para equipo eléctrico y electrodomésticos | Manufactura de otros componentes para equipo eléctrico | 9,258 | 23 | n.d. | 0 | 0 | 234,200 | 243,481 | 0.5 |
| 9 | ADM Bio Productos, S.A. de C.V. | ABP1Z2601811 | Cajeme | Sonora | Almacenamiento y bodega | Almacenamiento y bodega | 0 | 0 | n.d. | 0 | 204,640 | 0 | 204,640 | 0.4 |
| 10 | Minera Bismark, S.A. de C.V. | MBS140800511 | Ascensión | Chihuahua | Minería | Minería de minerales metálicos | 0 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 168,316 | 168,316 | 0.3 |
| 11 | Pemex-Petroquímica Morelos, S.A. de C.V. | PMOV13003911 | Coatzacoalcos | Veracruz | Manufactura de sustancias químicas | Manufactura de sustancias básicas | 0 | 1,243 | n.d. | 0 | 0 | 110,400 | 111,643 | 0.2 |
| 12 | Cobre de México, S.A. de C.V. | CME7N0900211 | Azcapotzalco | Distrito Federal | Manufactura de metálica básica | Producción y procesamiento de metales no ferrosos (salvo el aluminio) | 0 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 92,906 | 92,906 | 0.2 |
| 13 | Prym Fashion México, S.A. de C.V. | PFM7X1510911 | Tultitlán | México | Manufactura de productos de metal procesado | Otros productos de metal procesado | 0 | 257 | n.d. | 0 | 0 | 90,248 | 90,505 | 0.2 |
| 14 | Power Sonic, S.A. de C.V. | PSO8Z0200411 | Tijuana | Baja California | Manufactura de componentes para equipo eléctrico y electrodomésticos | Manufactura de otros componentes para equipo eléctrico | 351 | 20 | n.d. | 0 | 0 | 64,280 | 64,651 | 0.1 |
| 15 | Arteva Specialities, S. de R.L. de C.V. | ASP5S2201411 | Querétaro | Querétaro | Manufactura de sustancias químicas | Resinas, hule sintético, fibras sintéticas artificiales y manufactura de filamentos | 33,088 | 8 | n.d. | 248 | 28,548 | 0 | 61,892 | 0.1 |
| 16 | Acabados de Calidad Tecate, S.A. de C.V. | ACT7X0200311 | Tecate | Baja California | Manufactura de productos de metal procesado | Otros productos de metal procesado | 0 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 52,740 | 52,740 | 0.1 |
| 17 | Aceites, Grasas y Derivados, S.A. de C.V. | AGDMC1412011 | Zapopan | Jalisco | Manufactura de alimentos | Molienda de granos y oleaginosas | 2,280 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 44,710 | 46,990 | 0.1 |
| 18 | Vivsil, S.A. de C.V. | VIVQA2201611 | San Juan del Río | Querétaro | Comercio al por mayor (equiv. al SCIAN 424) | | 55 | 0 | n.d. | 0 | 45,000 | 0 | 45,055 | 0.1 |
| 19 | Enerya, S.A. de C.V. | ENE8Z1904811 | Santa Catarina | Nuevo León | Manufactura de componentes para equipo eléctrico y electrodomésticos | Manufactura de otros componentes para equipo eléctrico | 129 | 4 | n.d. | 2 | 0 | 40,000 | 40,135 | 0.1 |
| 20 | Austin Bacis, S.A. de C.V. | ABA621000711 | Gómez Palacio | Durango | Manufactura de sustancias químicas | Manufactura de otros productos químicos y su preparación | 0 | 0 | n.d. | 0 | 700 | 35,730 | 36,430 | 0.1 |
| 21 | Productos y Diseños de Mármol, S.A. de C.V. | PDM9D0200412 | Tijuana | Baja California | Manufactura de productos de plástico y hule | Manufactura de productos de plástico | 30,838 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 30,838 | 0.1 |
| 22 | Forjas Spicer, S.A. de C.V. | FSP7T2903911 | Xaloztoc | Tlaxcala | Manufactura de metálica básica | Fundiciones | 0 | 5 | n.d. | 0 | 29,380 | 0 | 29,385 | 0.1 |
| 23 | Balatas Mexicanas, S.A. de C.V. | BME9L2802711 | Nuevo Laredo | Tamaulipas | Manufactura de equipo de transporte | Manufactura de autopartes | 9 | 0 | n.d. | 0 | 26,880 | 0 | 26,889 | 0.1 |
| 24 | Pemex- Complejo Procesador de Gas Matapionche | PGP5G3004921 | Cotaxtla | Veracruz | Manufactura de sustancias químicas | Manufactura de sustancias básicas | 0 | 0 | n.d. | 0 | 22,210 | 4,330 | 26,540 | 0.1 |
| 25 | Layne de México, S.A. de C.V. | LMEB22603011 | Hermosillo | Sonora | Servicios relacionados con la minería | Servicios relacionados con la minería | 0 | 0 | n.d. | 0 | 24,530 | 0 | 24,530 | 0.0 |

n.d. = no disponible.

Emisiones y transferencias de contaminantes en Estados Unidos

Sectores industriales que registraron las mayores cantidades

En Estados Unidos, 14,118 plantas de 10 sectores industriales contribuyeron con más de 3,100 millones de kilogramos (casi 91 por ciento) del total de alrededor de 3,500 millones de kilogramos de emisiones y transferencias registradas en el TRI de Estados Unidos en 2005 (**gráfica 3-3**).

Al sector de fabricación de productos químicos correspondió la mayor cantidad de plantas que presentaron registros y las mayores emisiones y transferencias, que representaron alrededor de 19 por ciento del total de emisiones y transferencias en 2005. Registraron cantidades similares en magnitud otros tres sectores: metálica básica (incluidas fundidoras y acereras), minería y canteras, y centrales eléctricas. Únicamente las centrales eléctricas que operan con carbón y petróleo están obligadas a presentar registros al TRI de Estados Unidos.

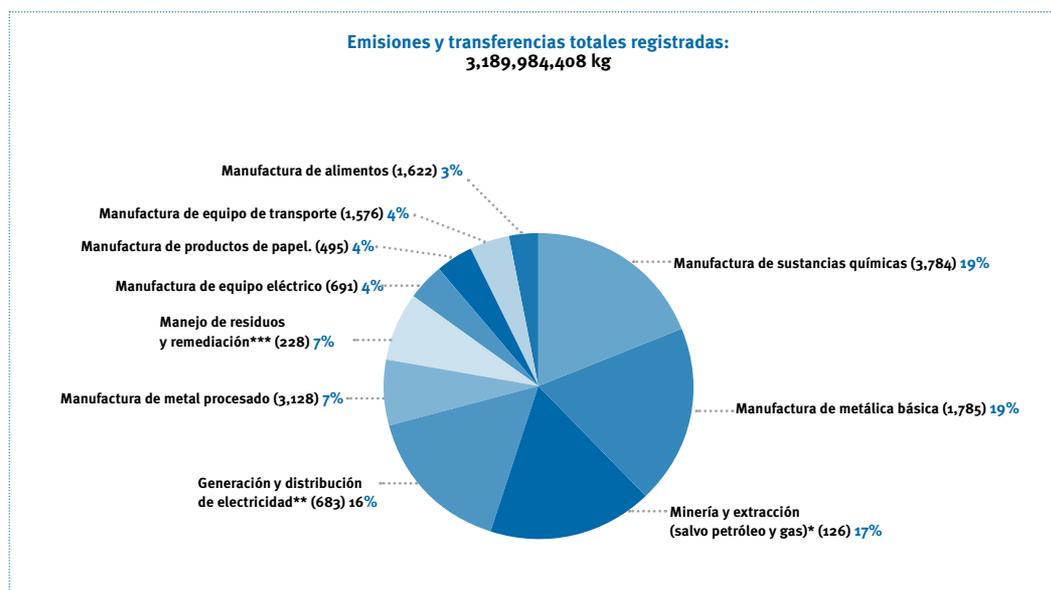
Contaminantes con las mayores cantidades registradas

El **cuadro 3-9** presenta los contaminantes con las mayores emisiones y transferencias registradas en el TRI de Estados Unidos en 2005. El **cuadro 3-10** enlista los sectores que contribuyeron con las mayores cantidades a estas emisiones y transferencias.

Estos cuadros muestran que, de todas las sustancias registradas, 25 contaminantes representaron más de 3,000 millones de kilogramos, alrededor de 89 por ciento, del total de emisiones y transferencias registradas en Estados Unidos en 2005. Los hallazgos derivados de estos cuadros incluyen los siguientes.

Diez de los 25 contaminantes fueron metales (o sus compuestos). Cuatro sectores (metálica básica, minería de minerales metálicos, equipo eléctrico y fabricación de equipo de transporte) registraron grandes cantidades de **zinc, cobre, manganeso y plomo, y sus compuestos**, principalmente emisiones al suelo, enviados fuera de sitio para disposición en rellenos sanitarios o transferidos para reciclaje; estos metales, sin embargo, también se emitieron al aire y el agua.

Gráfica 3-3. Industrias con las mayores emisiones y transferencias, TRI, 2005



Nota: El número de plantas que presentaron registros está entre paréntesis.

* Los RETC difieren en cuanto al tipo de actividades de este sector que deben presentar registros.

** En este sector, únicamente las plantas que operan con carbón o petróleo deben informar al TRI estadounidense de sus emisiones y transferencias.

*** En este sector, únicamente las plantas con recuperación de desechos y solventes deben presentar registros al TRI.

Cuadro 3-9. Contaminantes con las mayores emisiones y transferencias totales registradas, TRI, 2005 (kilogramos)

| Núm. CAS | Contaminante | Emisiones en sitio | | | Emisiones fuera de sitio | | | Otras transferencias para su manejo ulterior | | | |
|-----------|---|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| | | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Transferencias para recuperación de energía | Transferencias para tratamiento | Transferencias para drenaje | Emisiones y transferencias totales |
| -- | Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 3,201,140 | 470,938 | 5,243,209 | 253,107,743 | 122,941,572 | 179,830,030 | 0 | 0 | 0 | 564,794,632 |
| -- | Cobre y sus compuestos ^{CA, EU} | 628,064 | 190,914 | 165,339 | 72,955,145 | 10,254,063 | 296,997,813 | 0 | 0 | 0 | 381,191,338 |
| -- | Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 450,916 | 53,134 | 2,792,173 | 195,622,346 | 18,312,101 | 140,939,148 | 0 | 0 | 0 | 358,169,819 |
| 7647-01-0 | Ácido clorhídrico ^{CA, EU} | 256,412,321 | 0 | 7,132 | 216,559 | 76,092 | 598,172 | 5,259 | 2,426,704 | 57,481 | 259,799,720 |
| -- | Compuestos nitrados ^{CA, EU} | 239,144 | 100,515,230 | 20,034,087 | 8,110,987 | 7,813,061 | 329,166 | 17,095 | 6,162,691 | 59,803,277 | 203,024,738 |
| 67-56-1 | Metanol ^{CA, EU} | 71,338,722 | 2,721,507 | 9,391,678 | 875,629 | 1,973,161 | 6,587,433 | 63,071,838 | 21,458,420 | 25,562,867 | 202,981,255 |
| -- | Manganeso y sus compuestos ^{CA, EU} | 978,966 | 2,824,979 | 3,568,504 | 59,289,037 | 37,069,246 | 60,857,383 | 0 | 0 | 0 | 164,588,116 |
| -- | Bario y sus compuestos ^{EU} | 1,272,626 | 519,425 | 13,505 | 81,933,250 | 26,243,156 | 1,379,155 | 0 | 0 | 0 | 111,360,662 |
| 108-88-3 | Tolueno ^{CA, EU} | 24,012,740 | 13,706 | 630,165 | 559,061 | 753,140 | 12,011,484 | 50,069,271 | 13,376,712 | 110,690 | 101,536,968 |
| -- | Cromo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 304,838 | 53,377 | 861,669 | 13,358,608 | 14,413,527 | 57,894,801 | 0 | 0 | 0 | 86,886,820 |
| -- | Arsénico y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 57,041 | 51,622 | 632,519 | 82,272,547 | 1,014,650 | 253,613 | 0 | 0 | 0 | 84,281,992 |
| -- | Amoniaco ^{CA, EU} | 54,066,850 | 2,453,448 | 11,380,772 | 1,687,209 | 3,447,879 | 1,177,338 | 44,137 | 1,709,105 | 4,840,372 | 80,807,109 |
| -- | Xilenos ^{CA, EU} | 15,324,548 | 12,414 | 443,843 | 637,490 | 481,905 | 14,217,519 | 38,943,434 | 6,709,011 | 181,314 | 76,951,478 |
| -- | Níquel y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 528,345 | 93,245 | 319,691 | 9,796,785 | 7,133,225 | 57,662,910 | 0 | 0 | 0 | 75,534,200 |
| 7664-93-9 | Ácido sulfúrico ^{CA, EU} | 71,089,245 | 64 | 234,592 | 1,967 | 507,143 | 58,164 | 210,228 | 191,659 | 5,785 | 72,298,847 |
| 107-21-1 | Etilén glicol ^{CA, EU} | 1,304,164 | 246,678 | 696,318 | 346,204 | 774,757 | 34,249,745 | 5,282,125 | 2,963,011 | 8,936,077 | 54,799,080 |
| 7664-39-3 | Ácido fluorhídrico ^{CA, EU} | 33,684,672 | 18,899 | 541,320 | 99,177 | 226,898 | 140,391 | 0 | 1,287,005 | 117,336 | 36,115,698 |
| 100-42-5 | Estireno ^{CA, EU, MX} | 22,960,970 | 2,203 | 444,515 | 39,288 | 1,117,902 | 1,244,950 | 7,130,814 | 1,907,166 | 45,223 | 34,893,030 |
| 110-54-3 | n-Hexano ^{CA, EU} | 17,359,121 | 7,390 | 44,542 | 21,083 | 60,140 | 1,966,415 | 7,473,716 | 6,629,371 | 30,936 | 33,592,714 |
| -- | Vanadio y sus compuestos ^{CA, EU} | 565,787 | 203,603 | 415,648 | 20,730,165 | 3,770,019 | 4,902,619 | 0 | 0 | 0 | 30,587,841 |
| 75-09-2 | Diclorometano ^{CA, EU, MX} | 2,772,407 | 2,587 | 88,845 | 45,677 | 127,515 | 8,986,730 | 5,560,222 | 11,877,497 | 60,496 | 29,521,975 |
| 7429-90-5 | Aluminio (humo o polvo) ^{CA, EU} | 583,840 | 1 | 0 | 4,261,930 | 16,070,270 | 6,497,759 | 0 | 0 | 0 | 27,413,799 |
| 74-85-1 | Etileno ^{CA, EU} | 9,204,438 | 209 | 2,414 | 3 | 91 | 69 | 9,578,311 | 2,695,512 | 125 | 21,481,170 |
| -- | Éteres glicólicos ^{EU} | 8,863,455 | 57,912 | 6,892 | 19,321 | 1,041,400 | 964,322 | 6,365,785 | 1,613,309 | 2,307,449 | 21,239,844 |
| 71-36-3 | Alcohol n-butílico ^{CA, EU} | 6,913,272 | 24,632 | 690,009 | 1,811 | 26,772 | 892,157 | 6,354,626 | 2,441,306 | 945,050 | 18,289,635 |

Nota: CA, EU y MX indican el o los países en donde el registro de ese contaminante es obligatorio. CAS = Chemical Abstracts Services (Servicio de información sobre productos químicos). Este cuadro agrupa: 1) los metales con sus compuestos, 2) el ácido cítrico y los compuestos nitrados y 3) los xilenos. Los registros de Canadá y Estados Unidos pueden diferir en los casos del amoniaco, el ácido sulfúrico y el fósforo. Los umbrales de registro para ciertos compuestos metálicos son menores que los niveles estándar de registro de los RETC (véase el apéndice).

Las centrales eléctricas que operan con carbón o petróleo emitieron al suelo o para disposición grandes cantidades de **bario** y **vanadio**, y sus **compuestos**.

Entre los contaminantes emitidos en grandes cantidades al aire figuraron el **ácido clorhídrico** y el **ácido sulfúrico** (por centrales eléctricas que operan con carbón o petróleo); el **metanol** (por la industria química y los fabricantes de productos de papel); el **tolueno** (por la industria química y las plantas de manejo de residuos peligrosos); el **amoniaco** (por la industria química, la manufactura de productos de papel y los fabricantes de productos alimenticios), y el **estireno** (por los sectores fabricantes de plástico y hule y la industria química).

Los compuestos nitrados, generados por la industria química, la metálica básica y la industria alimentaria, dominaron las emisiones al agua en Estados Unidos. Metanol, manganeso y amoniaco fueron también emitidos en grandes cantidades al agua en 2005.

Plantas que registraron las mayores emisiones

Veinticinco plantas estadounidenses dieron cuenta en 2005 de alrededor de 30 por ciento de todas las emisiones registradas al aire, agua, suelo, inyección subterránea y disposición (**cuadro 3-11**).

Las siete plantas con las mayores cantidades fueron del sector de minería de minerales metálicos, cuatro de ellas en el estado de Nevada. Juntas dieron cuenta de alrededor de 20 por ciento del total de emisiones registradas en 2005. Este sector fue dominante entre las plantas de mayores registros, con una planta de minería de minerales metálicos, Red Dog Operations de Alaska, que dio cuenta de alrededor de 11 por ciento del total de emisiones registradas en el TRI en 2005, al registrar emisiones al suelo de más de 142 millones de kilogramos de zinc y sus compuestos, además de 82 millones de kilogramos de plomo y sus compuestos.

La planta con el segundo lugar, Kennecott Utah Copper Mine del estado de Utah, emitió en 2005 más de 26 millones de kilogramos de cobre y sus

compuestos. La planta que ocupó el tercer lugar, la mina de Twin Creeks de Newmont Mining Corporation, en Nevada, emitió al suelo más de 29 millones de kilogramos de arsénico. Las plantas del sector de minería de minerales metálicos también emitieron compuestos metálicos al aire y el agua.

Otras plantas con grandes registros fueron las de manejo de residuos peligrosos que emitieron contaminantes al suelo, entre éstos grandes cantidades de zinc. En Estados Unidos sólo las plantas de manejo de residuos peligrosos y las de recuperación de solventes deben presentar registros dentro del sector de "manejo y recuperación de residuos".

Las centrales eléctricas de carbón o petróleo, ubicadas principalmente en la zona oriental de Estados Unidos, figuraron también entre las plantas con mayores registros en 2005. Estas plantas registraron grandes emisiones al aire, en particular de ácido clorhídrico, ácido sulfúrico y ácido fluorhídrico. También enviaron para disposición grandes cantidades de bario y vanadio, y sus compuestos.

Cuadro 3-10. Sectores industriales con las mayores emisiones y transferencias registradas, TRI, 2005 (kilogramos)

| Nombre de la industria | Emisiones y transferencias totales registradas por este sector | Núm. de plantas que registran | Principales contaminantes registrados en este sector | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias | Emisiones y transferencias totales de este contaminante |
|--|--|-------------------------------|--|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|---|
| Manufactura de sustancias químicas (SCIAN 325) | 646,623,642 | 3,784 | Metanol ^{CA,EU} | 8,986,572 | 209,707 | 5,722,983 | 23,003 | 1,718,880 | 5,755,391 | 74,760,869 | 97,177,405 |
| | | | Compuestos nitrados ^{CA,EU} | 259,150 | 16,351,282 | 22,401,785 | 518,163 | 4,800,959 | 3,649 | 25,729,568 | 70,064,556 |
| | | | Amoniaco ^{CA,EU} | 23,083,303 | 842,916 | 10,729,113 | 66,337 | 1,838,191 | 489,571 | 3,311,232 | 40,360,662 |
| | | | Tolueno ^{CA,EU} | 3,273,957 | 2,612 | 17,466 | 4,330 | 352,530 | 4,551,123 | 31,051,823 | 39,253,841 |
| | | | Xilenos ^{CA,EU} | 1,981,938 | 1,915 | 12,502 | 5,312 | 162,826 | 7,469,174 | 22,761,336 | 32,395,005 |
| Metálica básica (SCIAN 331) | 607,918,780 | 1,785 | Zinc y sus compuestos ^{CA,EU} | 1,480,016 | 52,818 | 857 | 17,347,693 | 102,933,709 | 140,772,712 | 0 | 262,587,806 |
| | | | Cobre y sus compuestos ^{CA,EU} | 337,189 | 16,707 | 20,583 | 8,173,720 | 3,892,283 | 108,368,067 | 0 | 120,808,549 |
| | | | Manganeso y sus compuestos ^{CA,EU} | 446,985 | 105,244 | 816 | 8,870,242 | 22,501,987 | 24,410,285 | 0 | 56,335,559 |
| | | | Plomo y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 183,037 | 9,081 | 425 | 5,816,286 | 9,849,202 | 26,758,744 | 0 | 42,616,774 |
| | | | Compuestos nitrados ^{CA,EU} | 136,726 | 18,729,748 | 2 | 327,076 | 844,634 | 181,614 | 5,765,403 | 25,985,204 |
| Minería y extracción (salvo petróleo y gas) (SCIAN 212)* | 540,456,591 | 126 | Zinc y sus compuestos ^{CA,EU} | 54,691 | 15,678 | 4,993,009 | 188,296,864 | 4,669 | 298,059 | 0 | 193,662,970 |
| | | | Plomo y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 37,643 | 3,373 | 2,622,709 | 177,185,951 | 25,284 | 762,980 | 0 | 180,637,939 |
| | | | Arsénico y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 4,741 | 1,951 | 412,699 | 77,252,696 | 28 | 24,552 | 0 | 77,696,666 |
| | | | Cobre y sus compuestos ^{CA,EU} | 25,337 | 1,901 | 40,363 | 49,290,745 | 23,088 | 268,356 | 0 | 49,649,790 |
| | | | Manganeso y sus compuestos ^{CA,EU} | 6,855 | 62,675 | 17,226 | 12,659,401 | 1,057,662 | 36,891 | 0 | 13,840,710 |
| Generación y distribución de electricidad (SCIAN 2211)** | 500,132,327 | 683 | Ácido clorhídrico ^{CA,EU} | 233,167,080 | 0 | 0 | 172,779 | 25,850 | 907 | 0 | 233,366,616 |
| | | | Bario y sus compuestos ^{EU} | 795,580 | 333,195 | 0 | 73,734,469 | 21,429,340 | 557,159 | 0 | 96,849,743 |
| | | | Ácido sulfúrico ^{CA,EU} | 57,742,273 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 93 | 57,742,366 |
| | | | Ácido fluorhídrico ^{CA,EU} | 28,081,597 | 0 | 0 | 3,900 | 4,590 | 42 | 0 | 28,090,129 |
| | | | Vanadio y sus compuestos ^{CA,EU} | 288,802 | 41,504 | 0 | 13,487,917 | 2,961,968 | 2,232,142 | 0 | 19,012,333 |
| Manufactura de metal procesado (SCIAN 332) | 226,979,649 | 3,128 | Cobre y sus compuestos ^{CA,EU} | 35,848 | 3,299 | 0 | 104,904 | 545,184 | 93,294,437 | 0 | 93,983,672 |
| | | | Zinc y sus compuestos ^{CA,EU} | 180,611 | 11,565 | 4,989 | 22,400 | 6,224,221 | 23,651,175 | 0 | 30,094,961 |
| | | | Níquel y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 74,357 | 2,624 | 0 | 15,149 | 895,492 | 22,311,150 | 0 | 23,298,772 |
| | | | Cromo y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 56,354 | 975 | 0 | 2,736 | 1,779,920 | 19,060,576 | 0 | 20,900,562 |
| | | | Manganeso y sus compuestos ^{CA,EU} | 54,475 | 1,908 | 0 | 8,845 | 1,338,629 | 15,842,067 | 0 | 17,245,924 |
| Manejo de residuos y remediación (SCIAN 56)*** | 211,765,533 | 228 | Zinc y sus compuestos ^{CA,EU} | 2,681 | 310 | 126,622 | 34,836,735 | 2,324,943 | 159,189 | 0 | 37,450,480 |
| | | | Plomo y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 3,087 | 243 | 102,810 | 7,006,161 | 1,825,395 | 19,503,622 | 0 | 28,441,318 |
| | | | Tolueno ^{CA,EU} | 31,405 | 1,340 | 574,803 | 474,756 | 146,974 | 245,439 | 21,976,718 | 23,451,434 |
| | | | Xilenos ^{CA,EU} | 26,874 | 6,639 | 416,074 | 549,809 | 144,919 | 438,295 | 15,187,412 | 16,770,023 |
| | | | Metanol ^{CA,EU} | 9,774 | 2,513 | 3,655,650 | 130,736 | 45,729 | 19,973 | 9,750,337 | 13,614,712 |
| Manufactura de equipo eléctrico (SCIAN 335) | 127,040,711 | 691 | Plomo y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 14,647 | 373 | 0 | 2,915 | 2,184,260 | 78,957,510 | 0 | 81,159,706 |
| | | | Cobre y sus compuestos ^{CA,EU} | 5,678 | 633 | 0 | 32,622 | 76,397 | 34,927,957 | 0 | 35,043,287 |
| | | | Manganeso y sus compuestos ^{CA,EU} | 29,795 | 366 | 0 | 2,368 | 496,200 | 1,607,888 | 0 | 2,136,617 |
| | | | Compuestos nitrados ^{CA,EU} | 10,318 | 20,806 | 0 | 0 | 1,479 | 157,200 | 1,291,301 | 1,481,105 |
| | | | Cromo y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 456 | 1 | 0 | 2 | 34,240 | 1,083,060 | 0 | 1,117,759 |
| Manufactura de productos de papel (SCIAN 322) | 121,025,321 | 495 | Metanol ^{CA,EU} | 50,941,249 | 2,480,541 | 0 | 419,243 | 38,445 | 1,929 | 15,211,280 | 69,092,687 |
| | | | Amoniaco ^{CA,EU} | 7,297,254 | 795,765 | 0 | 4,904 | 2,552 | 115 | 25,613 | 8,126,204 |
| | | | Manganeso y sus compuestos ^{CA,EU} | 69,562 | 1,981,153 | 0 | 4,596,852 | 1,411,168 | 58,276 | 0 | 8,117,011 |
| | | | Ácido clorhídrico ^{CA,EU} | 7,101,704 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,101,704 |
| | | | Tolueno ^{CA,EU} | 3,608,104 | 0 | 0 | 0 | 12,794 | 1,044,930 | 1,529,732 | 6,195,560 |
| Manufactura de equipo de transporte (SCIAN 336) | 112,454,822 | 1,576 | Cobre y sus compuestos ^{CA,EU} | 42,090 | 2,206 | 0 | 119,952 | 678,896 | 18,549,604 | 0 | 19,392,749 |
| | | | Manganeso y sus compuestos ^{CA,EU} | 32,971 | 1,908 | 0 | 4,879 | 510,714 | 10,747,757 | 0 | 11,298,230 |
| | | | Zinc y sus compuestos ^{CA,EU} | 39,365 | 9,192 | 0 | 17,711 | 1,017,307 | 9,677,960 | 0 | 10,761,535 |
| | | | Níquel y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 38,944 | 1,572 | 0 | 1,962 | 270,648 | 9,736,728 | 0 | 10,049,854 |
| | | | Xilenos ^{CA,EU} | 4,255,198 | 440 | 0 | 2,411 | 15,741 | 3,919,776 | 822,306 | 9,015,872 |
| Manufactura de alimentos (SCIAN 311) | 95,587,032 | 1,622 | Compuestos nitrados ^{CA,EU} | 26,885 | 41,662,840 | 68,852 | 5,393,459 | 1,518,745 | 110,218 | 16,163,349 | 64,944,346 |
| | | | n-Hexano ^{CA,EU} | 10,271,420 | 1,485 | 0 | 410 | 336 | 0 | 70,765 | 10,344,417 |
| | | | Amoniaco ^{CA,EU} | 5,978,803 | 146,545 | 11,225 | 672,171 | 239,855 | 171,008 | 1,515,768 | 8,735,375 |
| | | | Ácido clorhídrico ^{CA,EU} | 2,133,223 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,133,223 |
| | | | Etilén glicol ^{CA,EU} | 14,552 | 0 | 0 | 4,202 | 0 | 7,294 | 1,790,011 | 1,816,059 |

Nota: CA, EU y MX indican el o los países en donde el registro de ese contaminante es obligatorio. Este cuadro agrupa: 1) los metales con sus compuestos, 2) el ácido cítrico y los compuestos nitrados y 3) los xilenos. Los registros de Canadá y Estados Unidos pueden diferir en los casos del amoniaco, el ácido sulfúrico, el ácido clorhídrico y el fósforo. Para varios de estos contaminantes se han asignado en cada país umbrales de registro menores que los niveles estándar de registro de los RETC (véase el apéndice).

* Los RETC difieren en cuanto al tipo de actividades de este sector que deben presentar registros.

** En este sector, únicamente las plantas que operan con carbón o petróleo deben informar al TRI estadounidense de sus emisiones y transferencias.

*** En este sector, únicamente las plantas con manejo de residuos peligrosos y recuperación de solventes deben presentar registros al TRI.

Cuadro 3-11. Plantas que registraron las mayores emisiones, TRI, 2005 (kilogramos)

| | Nombre | TRI_ID | Ciudad | Estado | Código integrado SCIAN | Descripción detallada del sector | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección sub-térranea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio: no metales | Disposición fuera de sitio: metales | Emisiones totales | % del total de emisiones del TRI |
|----|--|-----------------|----------------|---------------------|--|--|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| 1 | Red Dog Operations | 99752RDDGP90MIL | Kotzebue | Alaska | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 146,284 | 1,077 | 0 | 226,040,478 | 0 | 345 | 226,188,184 | 11 |
| 2 | Kennecott Utah Copper Mine Concentrators & Power Plant | 84006KNNCT12300 | Copperton | Utah | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 9,612 | 3,159 | 0 | 43,974,481 | 0 | 509 | 43,987,760 | 2 |
| 3 | Newmont Mining Corp. Twin Creeks Mine | 89414NWMNT35MIL | Golconda | Nevada | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 41,537 | 44 | 0 | 36,665,389 | 0 | 436 | 36,707,407 | 1 |
| 4 | Newmont Mining Corp. Carlin South Area | 89822NWMNT6MAIL | Carlin | Nevada | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 18,619 | 0 | 0 | 27,373,623 | 0 | 6,018 | 27,398,260 | 1 |
| 5 | Barrick Goldstrike Mines Inc. | 89803BRRCK27MIL | Elko | Nevada | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 23,277 | 0 | 0 | 22,245,266 | 0 | 793 | 22,269,335 | 1 |
| 6 | Cœur Rochester Inc. | 89419CRRCH180EX | Lovelock | Nevada | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 3,881 | 0 | 0 | 21,643,132 | 0 | 0 | 21,647,013 | 1 |
| 7 | Kennecott Greens Creek Mining Co. | 99801KNNCT13401 | Juneau | Alaska | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 8,656 | 1,366 | 8,032,777 | 11,623,595 | 0 | 0 | 19,666,394 | 1 |
| 8 | Envirosafe Services of Ohio Inc. | 43616NVRSF876OT | Oregon | Ohio | Manejo de residuos y servicios de remediación | Tratamiento y disposición de residuos | 385 | 0 | 0 | 15,712,582 | 0 | 234 | 15,713,200 | 1 |
| 9 | US Ecology Idaho Inc. | 83624NVRSF1012M | Grand View | Idaho | Manejo de residuos y servicios de remediación (únicamente residuos peligrosos y recuperación de solventes) | Tratamiento y disposición de residuos | 1,332 | 0 | 0 | 14,430,211 | 0 | 0 | 14,431,543 | 1 |
| 10 | Solutia Inc. | 32533MNSNT3000O | Cantonment | Florida | Manufactura de sustancias químicas | Resinas, hule sintético y fibras sintéticas artificiales y manufactura de filamentos | 149,809 | 0 | 14,201,641 | 0 | 33 | 200 | 14,351,684 | 1 |
| 11 | Kennecott Utah Copper - Smelter & Refinery | 84006KNNCT8362W | Magna | Utah | Manufactura de metálica básica | Producción y procesamiento de metales no ferrosos (salvo aluminio) | 55,144 | 3,741 | 0 | 13,605,386 | 0 | 23,764 | 13,688,036 | 0.68 |
| 12 | Phelps Dodge Miami Inc. | 85532NSPRTPOBOX | Claypool | Arizona | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 144,893 | 0 | 0 | 11,955,830 | 0 | 272 | 12,100,995 | 0.60 |
| 13 | Newmont Mining Corp Lone Tree Mine | 89438NWMNTSTONE | Valmy | Nevada | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 28,748 | 50,086 | 0 | 11,926,713 | 0 | 70 | 12,005,618 | 0.59 |
| 14 | Montana Resources LLP | 59701MNTNR600SH | Butte | Montana | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 345 | 0 | 0 | 11,956,058 | 0 | 0 | 11,956,402 | 0.59 |
| 15 | Nucor Steel | 47933NCRST400SO | Crawfordsville | Indiana | Manufactura de metálica básica | Industria básica del hierro y el acero | 11,396 | 368 | 0 | 0 | 113 | 11,861,586 | 11,873,464 | 0.59 |
| 16 | Mittal Steel USA Inc. - Indiana Harbor East | 46312NLNDS3210W | East Chicago | Indiana | Manufactura de metálica básica | Industria básica del hierro y el acero | 42,505 | 18,313 | 0 | 2,014 | 0 | 11,627,749 | 11,690,581 | 0.58 |
| 17 | Buick Mine/Mill | 65440BCKMNHWYKK | Boss | Missouri | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 18,570 | 7,486 | 0 | 11,556,420 | 0 | 0 | 11,582,476 | 0.57 |
| 18 | AK Steel Corp. (Rockport Works) | 47635KSTLC6500N | Rockport | Indiana | Manufactura de metálica básica | Industria básica del hierro y el acero | 6,758 | 10,851,757 | 0 | 0 | 0 | 456,787 | 11,315,302 | 0.56 |
| 19 | Solutia Chocolate Bayou | 77511SLTNCFM291 | Alvin | Texas | Manufactura de sustancias químicas | Manufactura de sustancias básicas | 42,089 | 5,308 | 10,695,986 | 137,671 | 0 | 0 | 10,881,054 | 0.54 |
| 20 | Energy Solutions LLC | 84029NVRCRUSINT | Clive | Utah | Manejo de residuos y servicios de remediación | Tratamiento y disposición de residuos | 0 | 0 | 0 | 10,602,979 | 803 | 0 | 10,603,782 | 0.52 |
| 21 | Peoria Disposal Co.#1 | 61615PRDSP4349W | Peoria | Illinois | Manejo de residuos y servicios de remediación | Tratamiento y disposición de residuos | 2 | 1 | 0 | 9,987,560 | 0 | 21 | 9,987,584 | 0.49 |
| 22 | Steel Dynamics Inc. | 46721STLDY4500C | Butler | Indiana | Manufactura de metálica básica | Industria básica del hierro y el acero | 267,424 | 0 | 0 | 0 | 6608 | 9,519,295 | 9,793,327 | 0.48 |
| 23 | American Electric Power Amos Plant | 25213JHNMS1530W | Winfield | Virginia occidental | Generación, transmisión y distribución de energía eléctricas | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | 8,150,846 | 6,580 | 0 | 578,416 | 0 | 665,888 | 9,401,730 | 0.46 |
| 24 | Robinson Nevada Mining Co. | 89319BHP7MILE | Ruth | Nevada | Minería (salvo petróleo y gas) | Minería de minerales metálicos | 390 | 0 | 0 | 9,333,357 | 0 | 0 | 9,333,747 | 0.46 |
| 25 | Bowen Steam Electric Generating Plant | 30120BWNST317CO | Cartersville | Georgia | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica | 8,442,061 | 6,421 | 0 | 822,709 | 0 | 65 | 9,271,256 | 0.46 |

Comparación de las emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte en 2005

Con base en este panorama general de los datos de los RETC de Canadá, Estados Unidos y México, ¿cómo se comparan los tres países en términos de los contaminantes registrados, los sectores industriales que presentaron registros y las formas en que dichas sustancias se manejaron? Este apartado analiza los datos de una manera más estrecha, en el contexto de los requisitos nacionales de registro de los RETC, para tener un mejor conocimiento de la contaminación industrial en América del Norte, así como de algunas de las áreas que requieren mayor atención.

Contaminantes registrados en las mayores cantidades

Treinta contaminantes (sin contar los contaminantes atmosféricos de criterio ni los gases de efecto invernadero) dieron cuenta de cuando menos 90 por ciento de todas las emisiones y transferencias registradas en América del Norte en 2005:

- 10 metales (y sus compuestos): aluminio, arsénico, bario, cromo, cobre, plomo, manganeso, níquel, vanadio y zinc, y
- 20 no metales: 1,2-dicloroetano, amoniaco, asbestos, diclorometano, etileno, etilén glicol, formaldehído, éteres de glicol, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, ácido sulfhídrico, metanol, alcohol n-butílico, n-hexano, ácido nítrico y compuestos nitrados, fósforo, estireno, ácido sulfúrico, tolueno y xilenos.

Únicamente nueve de los 30 contaminantes registrados en las mayores cantidades por las plantas industriales de América del Norte en 2005 estuvieron sujetos a registro en los tres RETC: cuatro metales (y sus compuestos): arsénico, cromo, plomo y níquel, y cinco otros contaminantes: 1,2-dicloroetano, asbestos, diclorometano, formaldehído y estireno.

En Canadá, 28 de los 30 contaminantes estuvieron sujetos a registro en el NPRI (las excepciones fueron el bario y los éteres de glicol, obligatorios exclusivamente en el TRI de Estados Unidos). En Estados Unidos 29 de los 30 contaminantes estuvieron sujetos al registro (la excepción fue el ácido sulfhídrico). En México, 10 de los 30 contaminantes

fueron objeto de registro al RETC en 2005: los nueve comunes a los tres países más el ácido sulfhídrico. Algunas de las sustancias emitidas o transferidas en grandes cantidades en Canadá y Estados Unidos (metales como el zinc y el cobre, junto con otros como el amoniaco, el ácido fluorhídrico, el metanol, tolueno y xilenos) no estuvieron sujetos a registro en el RETC.

El panorama de la contaminación, con base en las sustancias de mayores registros en América del Norte en 2005, es indicativo de los efectos de las diferencias en los requisitos de registro nacionales. Las plantas mexicanas representaron alrededor de 6 por ciento del total de plantas que presentaron registros, pero dieron cuenta de alrededor de 1 por ciento del total de emisiones y transferencias registradas en América del Norte (**cuadro 3-2**). Estas proporciones, sin embargo, podrían cambiar si más de estos 30 contaminantes estuvieran sujetos a registro en el RETC y si los mismos fueran registrados en México por parte de los mismos sectores que lo hacen en Canadá y Estados Unidos.

Sin embargo, los umbrales de registro para estas 30 sustancias fueron por lo general más bajos en México que en Canadá y Estados Unidos. El níquel y sus compuestos, por ejemplo (con umbral de 1-5 kilogramos en el RETC, pero de 10,000 kilogramos en el NPRI y el TRI), fueron registrados en grandes cantidades por las plantas mexicanas (por ejemplo, los fabricantes de equipo de transporte). Si los umbrales del NPRI o el TRI se igualaran con los del RETC cabría esperar un mayor registro de níquel y sus compuestos por los fabricantes de equipo de transporte en Canadá y Estados Unidos.

Tipos de plantas industriales y manejo de residuos

En los tres países, las plantas de 15 sectores (nueve manufactureros y seis no manufactureros) registraron la mayor parte del total de las emisiones y transferencias de contaminantes en 2005. De ellos, sólo dos, la industria química y el sector fabricante de equipo de transporte, registraron grandes cantidades en los tres países. Las otras 13 industrias con los mayores volúmenes informaron grandes cantidades en uno o dos de los países, pero no en los tres. Entre estos sectores comunes a los registros de

al menos dos de los países en 2005 existen similitudes y diferencias, como se describe a continuación.

El sector de la **minería (excluidos petróleo y gas)** registró grandes cantidades de contaminantes en México y Estados Unidos, pero no en Canadá. En Estados Unidos se registraron grandes cantidades de zinc y sus compuestos, sin ningún registro en México. La planta mexicana que registró las mayores emisiones en 2005 se dedicó a la minería de plomo y zinc y registró grandes cantidades de emisiones de plomo, pero el zinc no estuvo sujeto a registro en 2005.

Las operaciones mineras registraron tanto en México como en Estados Unidos grandes cantidades de emisiones de plomo y arsénico y sus compuestos. Las plantas mexicanas enviaron estos metales principalmente para disposición, mientras que las estadounidenses emitieron al suelo la mayor proporción. Las emisiones al suelo de metales pueden incluir disposición en rellenos sanitarios o en estanques de retención, en donde se dejan a largo plazo o en “tratamiento de suelo o aplicación agrícola”, en cuyo caso los contaminantes se mezclan con el suelo. La emisión al suelo de plomo y arsénico (junto con otros metales como zinc, cobre y manganeso) fue una práctica común en la minería de Estados Unidos.

La minería de mineral metálico no figuró entre los sectores de mayores registros en Canadá, pero los datos sobre las emisiones de plomo y arsénico y sus compuestos indican que las plantas mineras canadienses enviaron la mayor parte de sus metales residuales para disposición.

Las **centrales eléctricas** registraron grandes cantidades de contaminantes en México y en Estados Unidos, pero no en Canadá. En Estados Unidos las centrales que operan con carbón y petróleo emitieron al aire grandes cantidades de ácidos fluorhídrico, sulfúrico y clorhídrico, además de cantidades relativamente menores de bario y vanadio y sus compuestos (metales que se emitieron principalmente al suelo). Ninguno de estos contaminantes de alto registro para Estados Unidos estuvieron sujetos a registro del RETC.

El número de centrales eléctricas que presentó registros en Estados Unidos en 2005 fue 13 veces mayor que en México, pero las centrales a base de carbón y petróleo del primer país registraron una cantidad 65 veces mayor de emisiones

atmosféricas. Sin contar con información respecto de factores como la capacidad de generación de la planta, insumos y sistemas de control de emisiones —información por lo general no disponible en los informes RETC— resulta difícil saber qué elementos contribuyen a esta diferencia en los registros. Estados Unidos genera la mitad de su electricidad a partir del carbón, mientras que más de dos tercios de la electricidad de México se deriva de petróleo y gas natural. Los contaminantes que por lo general emiten las centrales eléctricas que utilizan combustibles fósiles son (además de los contaminantes atmosféricos de criterio) metales como arsénico, níquel, manganeso y mercurio, junto con ácido fluorhídrico y ácido sulfúrico.

Las centrales eléctricas mexicanas registraron emisiones al aire de más de 5 millones de kilogramos de ácido sulfhídrico (además de otros contaminantes). El ácido sulfhídrico, componente del petróleo y el gas natural, no estuvo sujeto a registro en el TRI de Estados Unidos. Esta sustancia figuró en Canadá entre los contaminantes de más alto registro por las plantas de extracción de petróleo y gas, sector no sujeto a registro en el TRI de Estados Unidos.

En los registros de las centrales eléctricas en Estados Unidos y México, los tipos de combustible empleados y las diferencias en los contaminantes sujetos a registro en los RETC pudieron influir respecto de las emisiones y transferencias registradas por dicho sector en cada país.

Los **fabricantes de productos de papel** figuraron entre los sectores de mayores registros en Canadá y Estados Unidos, pero no en México. Cuatro de los cinco contaminantes con los mayores registros fueron comunes a los dos países y se manejaron en forma similar. De los cuatro, el metanol, el amoníaco y el ácido clorhídrico se emitieron al aire en cantidades importantes, y el manganeso y sus compuestos fueron emitidos en grandes cantidades al agua, el suelo y para disposición. Las similitudes en los registros de este sector entre los RETC canadiense y estadounidense responden a los métodos de producción más normalizados en ambos países, con uso de insumos como el cloro para el blanqueado y azufre para la elaboración química de la pulpa (proceso Kraft).

El sector de fabricación de productos de papel está obligado a presentar registros ante el RETC mexicano, y 67 establecimientos así lo hicieron en

2005. Sin embargo, los contaminantes registrados en grandes proporciones por los fabricantes de productos de papel en Canadá y Estados Unidos no estuvieron sujetos a registro ante el RETC. Los productores mexicanos de papel registraron, en cambio, emisiones al aire y agua de ácido sulfhídrico, níquel, cromo y sus compuestos y BPC.

El sector de **fabricación de equipo de transporte** figuró entre las industrias de mayores registros en los tres países y, como era de esperarse, entre los principales contaminantes se contaron metales como níquel, cromo, plomo, zinc, manganeso y cobre y sus compuestos (aunque los últimos tres metales y sus compuestos no estuvieron sujetos a registro en el RETC). Los tres países enviaron la mayor parte de estos metales a reciclaje, seguido de emisiones para disposición (con cantidades menores de emisiones al suelo, aire o agua). Como se indica en el siguiente apartado, algunos de estos metales también se transfirieron para reciclaje a través de las fronteras nacionales.

Este análisis de los sectores industriales comunes se ha concentrado en aquellos que registraron algunas de las mayores emisiones y transferencias en 2005. Sin embargo, únicamente las plantas con al menos 10 empleados de tiempo completo (o su equivalente) están obligadas a presentar registros al NPRI canadiense y al TRI de Estados Unidos, mientras que en México el RETC no cuenta con dicho umbral. En los datos del NPRI y el RETC se incluye información sobre el número de empleados, pero no así en los datos del TRI. En México, 167 plantas informaron contar con menos de 10 empleados de tiempo completo (o su equivalente). Cada una registró cantidades relativamente menores de contaminantes en 2005 y ninguna figuró entre las 25 plantas que dieron cuenta de alrededor de 98 por ciento del total de emisiones en el año.

En Canadá, alrededor de 300 plantas informaron tener menos de 10 empleados de tiempo completo (o su equivalente). Actividades como la incineración de residuos, el almacenamiento a granel de combustibles o la recolección de aguas residuales están sujetas al registro sin que importe el número de empleados, lo que explica el registro de estas 300 plantas en 2005. Dos de ellas figuraron entre los mayores registros en el año, la planta de Duke Energy Gas Transmission (gasoducto y terminal de almacenamiento) en Chetwynd,

Columbia Británica, y la municipalidad regional de Halton, planta de tratamiento de aguas residuales en Burlington, Ontario. Si estas plantas se rigieran por el mismo umbral que las otras instalaciones del NPRI probablemente no hubieran presentado registros en 2005, lo que ilustra cómo este requisito de registro puede limitar el panorama de la contaminación industrial en Canadá y Estados Unidos.

La información sobre el número de empleados en los sectores industriales de América del Norte es escasa. Por ejemplo, las estadísticas sobre empleo proporcionadas previamente en este capítulo, en el apartado “Alcance de los registros RETC”, señalan que al menos 50 por ciento de las plantas manufactureras en cada país tiene menos de 10 empleados, pero las estadísticas por sector no son fáciles de encontrar, como tampoco lo son las de otros sectores no manufactureros en cada país. Por ello es difícil conocer hasta dónde llegan las repercusiones del umbral de 10 empleados en el nivel de los RETC.

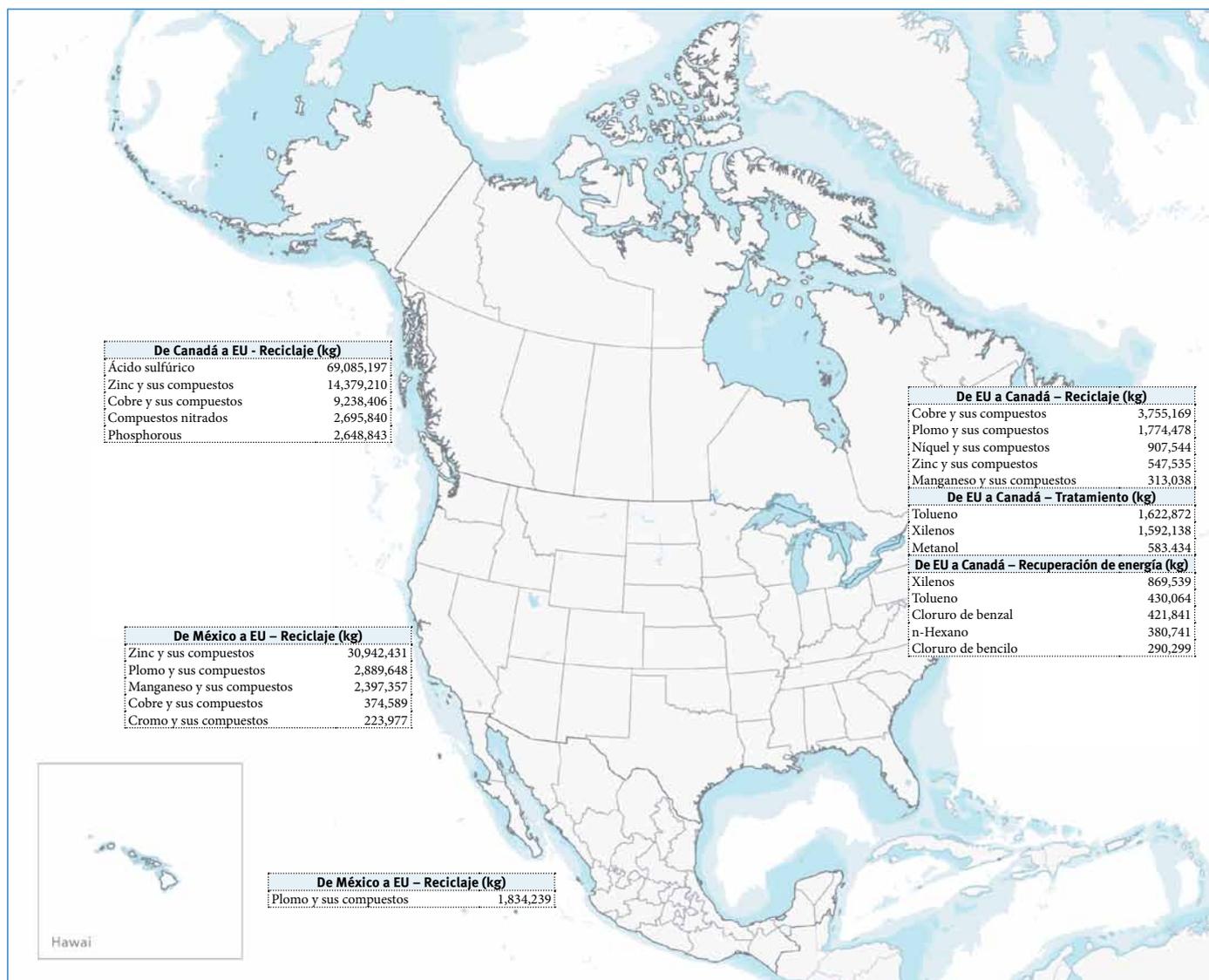
Transferencias entre fronteras

Las transferencias fuera de sitio registradas por las plantas de América del Norte en 2005 (excluidas las transferencias a drenaje, que suelen ser locales) incluyen contaminantes que se envían a través de las fronteras nacionales (**mapa 3-2**). Los formularios de registro de los RETC por lo general indican la planta que envía, el tipo de transferencia (por ejemplo para disposición o reciclaje) y el nombre y la ubicación de la planta receptora.

Contaminantes transferidos a través de las fronteras canadienses. En 2005 las transferencias transfronterizas representaron alrededor de 8 por ciento (casi 115 millones de kilogramos) del total de transferencias fuera de sitio de Canadá. Casi la totalidad (99 por ciento) fueron transferencias hacia Estados Unidos, sin que se registraran envíos a México.

Cinco de los contaminantes con mayores registros en 2005 dieron cuenta de alrededor de 85 por ciento de estas transferencias, entre otros el ácido sulfúrico, enviado principalmente por los sectores petrolero y químico hacia Estados Unidos para reciclaje o regeneración. Más de 23 millones de kilogramos de zinc y cobre y sus compuestos fueron enviados a Estados Unidos, principalmente por los sectores de metálica básica y productos metálicos, para su reciclaje o reutilización. Alrededor de

Mapa 3-2. Transferencias a través de las fronteras en América del Norte, 2005



2.7 millones de kilogramos de compuestos nitrados, generados por los sectores de productos metálicos, manejo de residuos e industria química, se enviaron a Estados Unidos para tratamiento, disposición o reciclaje. También a Estados Unidos sobre todo las centrales eléctricas enviaron fósforo para disposición en suelo o para reciclaje en las plantas cementeras.

Contaminantes transferidos a través de la frontera mexicana. En 2005 las plantas mexicanas enviaron con destino desconocido más de 43 millones de kilogramos de contaminantes (del total de alrededor de 59 millones de kilogramos de transferencias fuera de sitio registradas por esas plantas en dicho año). Estas transferencias pudieron incluir plantas mexicanas y no mexicanas, en la medida

que los formatos del *RETC* no indicaron la ubicación receptora.

Sin embargo, el destino de dos millones de kilogramos adicionales de transferencias sí se indicó en los formatos del *RETC*: fueron a Estados Unidos. El plomo y sus compuestos —entre los contaminantes con los mayores registros en México en 2005— sumaron más de 1.83 millones de kilogramos

(alrededor de 92 por ciento) de aquella cantidad, principalmente enviados para reciclaje a Estados Unidos por plantas mexicanas fabricantes de equipo eléctrico.

Contaminantes transferidos a través de las fronteras de Estados Unidos. En 2005 las plantas estadounidenses transfirieron a través de las fronteras alrededor de 65 millones de kilogramos (4 por ciento del total de las transferencias fuera de sitio). Las transferencias hacia Canadá dieron cuenta de alrededor de 16 millones de kilogramos, casi 25 por ciento del total de las transferencias transfronterizas.

Cerca de la mitad de las transferencias a Canadá fueron de metales para reciclaje. Cinco metales —cobre, plomo, níquel, zinc y manganeso y sus compuestos— dieron cuenta de más de 7.2 millones de kilogramos, más de 85 por ciento del total. Estos contaminantes fueron enviados para reciclaje por diversos sectores industriales, principalmente productos de minerales no metálicos (por ejemplo, cal o mármol), equipo eléctrico, productos metálicos y las industrias química y del transporte. Menos de un millón de kilogramos de contaminantes fueron también enviados para disposición en Canadá. Los cinco metales mencionados representaron 75 por ciento de esa cantidad.

Más de 4.5 millones de kilogramos de sustancias químicas se enviaron a Canadá para tratamiento, principalmente por plantas de manejo de residuos peligrosos y fabricantes de sustancias químicas en Estados Unidos. El tolueno, los xilenos y el metanol dieron cuenta de 83 por ciento de este total.

Cerca de 2.5 millones de kilogramos se enviaron también a Canadá para recuperación de energía. Cinco sustancias químicas —xilenos, tolueno, dicloruro de bencilo, n-hexano y cloruro de bencilo— representaron 95 por ciento de estas transferencias. Las plantas emisoras fueron de manejo de residuos peligrosos, industria química y productos de petróleo y carbón.

Las transferencias de Estados Unidos a México sumaron 37.5 millones de kilogramos y representaron 57 por ciento del total de transferencias transfronterizas estadounidenses en 2005. Alrededor de 99 por ciento de estas transferencias fueron de cinco metales (zinc, plomo, manganeso, cobre y cromo y sus compuestos), enviados para reciclaje principalmente por el sector de la metálica básica. El

zinc, que representó alrededor de 80 por ciento de este total, se envió sobre todo a la planta mexicana Zinc Nacional en Monterrey, Nuevo León, que recicla el zinc a partir de productos que lo contienen de México y Estados Unidos. Menos de un millón de kilogramos de contaminantes (principalmente una variedad de metales) fueron también enviados por fabricantes estadounidenses de metales a México para su disposición.

Este panorama de las transferencias transfronterizas registradas por las plantas de América del Norte muestra que un reducido número de sustancias —media docena de metales y un número igual de no metales— dieron cuenta de la mayoría de dichas transferencias. El mercado de ácido sulfúrico y fósforo enviado a Estados Unidos por las plantas canadienses puede hacer que estas transferencias resulten atractivas. De igual modo, algunos metales tienen un alto valor de mercado, lo que hace viables las transferencias transfronterizas. *En balance 2004* incluyó un capítulo especial que describe la forma en que el reciclaje de metales con alto valor de mercado se ha incrementado en los años recientes.

Con todo, debido a las lagunas en la información registrada, como la ubicación de las plantas receptoras de la mayor parte de las transferencias transfronterizas mexicanas, resulta difícil dar seguimiento al flujo de las sustancias. Por ello, hay cierto grado de incertidumbre respecto del destino final de las sustancias en teoría enviadas para reciclaje, en particular de materiales enviados a plantas intermediarias (comerciantes de residuos, por ejemplo). Una parte de dichos materiales ciertamente se recicla, pero otros pueden enviarse a rellenos sanitarios, a otro tipo de tratamiento o a otras ubicaciones.

Emisiones y transferencias de contaminantes de interés especial

Varios de los contaminantes registrados en los tres sistemas RETC en 2005 resultan de interés especial debido a sus posibles efectos en la salud o el medio ambiente. Algunos, por ejemplo, contribuyen a la lluvia ácida, el smog o el cambio climático: se trata de los contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) y los gases de efecto invernadero (GEI), que se analizarán más adelante en este apartado. Otros contaminantes, como los nitratos, pueden causar

eutrofización (exceso de crecimiento de plantas y descomposición) en los cuerpos de agua, lo que priva de oxígeno a las poblaciones de peces y otras especies marinas, además de aminorar la calidad del agua.

Entre los contaminantes emitidos al aire en 2005 por las plantas de América del Norte muchos se consideran contaminantes atmosféricos peligrosos (CAP). Los CAP pueden representar una amenaza importante para el medio ambiente o contribuir o causar la muerte o enfermedades graves como el cáncer. Estas sustancias están sujetas a la Ley de Aplicación de la Legislación sobre Agua Potable Segura y Sustancias Tóxicas (*Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act*) de California de 1986, que exige la publicación de una lista de sustancias prioritarias, comúnmente conocida como la lista de la “Propuesta 65 de California” (www.oehha.org/prop65.html). Las sustancias que se sabe son cancerígenas, o que es probable o posible que lo sean, han sido también listadas por el Centro Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (*International Agency for Research on Cancer*, IARC <<http://www.iarc.fr>>, de la Organización Mundial de la Salud).

Las listas de la Propuesta 65 de California y del IARC son las bases para la categorización de las sustancias cancerígenas y las relacionadas con trastornos en el desarrollo y la reproducción empleada en el informe *En balance*. De los contaminantes registrados en 2005 por las plantas de América del Norte, 75 son carcinógenos conocidos o presuntos y 10 de ellos se informaron en grandes cantidades. A 25 se les considera dañinos para el desarrollo y la reproducción, y cuatro dieron cuenta de grandes cantidades en 2005.

Algunos de los contaminantes —entre éstos ciertos carcinógenos y sustancias dañinas para el desarrollo o la reproducción— son a su vez considerados sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB), incluidos algunos metales. Los metales se presentan de modo natural, pero ciertas actividades humanas, como la minería y la fundición, aumentan su proporción en el medio ambiente. La toxicidad de los metales y sus compuestos (por ejemplo, cromo, níquel, arsénico, cadmio, plomo y mercurio) depende en parte de las formas que adquieren en el medio ambiente.

Las STPB tienen características que las convierten en amenazas ambientales de largo plazo,

Ponderación con el potencial de equivalencia tóxica

Con el fin de poner en contexto la emisión de contaminantes, *En balance* incluye un sistema de clasificación que toma en cuenta tanto la toxicidad del contaminante como el potencial de exposición humana, mediante el uso del potencial de equivalencia tóxica (PET). El PET indica el riesgo para la salud humana asociado con la emisión de una unidad del contaminante en cuestión, en comparación con el planteado por la emisión también unitaria de una sustancia de referencia. La sustancia de referencia para carcinógenos es el benceno, como el tolueno lo es para las sustancias que afectan el desarrollo y la reproducción.

El PET se elaboró como una herramienta de monitoreo para la clasificación del riesgo relativo, pero no se ocupa de todos los factores de toxicidad y exposición que pueden afectar el riesgo para la salud humana en una situación particular. El enfoque PET fue elaborado por el Comité Consultivo Científico de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos. Los PET, que pueden consultarse en el sitio web de Scorecard (http://www.scorecard.org/env-releases/def/tep_gen.html), son uno de los muchos instrumentos de monitoreo, cada uno de los cuales opera con una serie de supuestos. Por ello, las diversas herramientas de análisis pueden generar resultados diferentes.

Los PET dependen tanto del contaminante como del medio de exposición. El presente informe incluye valores PET para los carcinógenos y las sustancias que se sabe alteran el desarrollo y la reproducción, tanto para las emisiones atmosféricas como para las de aguas de superficie. El PET se multiplica por la cantidad de emisiones y según el resultado se clasifican los contaminantes.

incluso en cantidades menores. Cuando las STPB se incorporan al medio ambiente lo hacen por largos periodos y no se descomponen con facilidad en otros compuestos; pueden ser transportadas grandes distancias en la atmósfera y terminar en lugares muy lejanos de su fuente de emisión, además de que pueden bioacumularse en la cadena alimentaria (con lo que aumentan su concentración). Estas sustancias son también tóxicas y con frecuencia causan daño a los seres humanos, las plantas y la fauna silvestre.

La evaluación de los posibles daños al medio ambiente por las emisiones de un contaminante particular es una tarea compleja debido a que tal potencial se deriva de una serie de factores, como la toxicidad inherente a la sustancia y la naturaleza de la exposición a ella (por ejemplo, el posible daño derivado del asbesto enviado a un relleno sanitario se considera mucho más bajo que el riesgo planteado por la emisión atmosférica de asbestos). No obstante, los datos

y la información registrada sobre las características y la toxicidad de los contaminantes químicos pueden servir como punto de partida para evaluar mejor sus posibles efectos. Puede obtenerse más información sobre las emisiones registradas de metales, carcinógenos y sustancias que afectan el desarrollo o la reproducción en el sitio *En balance* *el línea*.

Clasificación de las emisiones al aire y al agua que registraron mayores cantidades en 2005 en función de su acción cancerígena y toxicidad para el desarrollo o la reproducción

El **cuadro 3-12** presenta los 30 contaminantes registrados en las mayores cantidades por las plantas de América del Norte en 2005, clasificados en orden descendente por la cantidad total de emisiones y transferencias. Diez de estos contaminantes (entre ellos el plomo, el arsénico y el níquel, y sus compuestos) son carcinógenos conocidos o presuntos, y cuatro (plomo, arsénico, níquel y tolueno) son sustancias

que afectan el desarrollo o la reproducción. Seis de los metales se consideran también STPB.

Los **cuadros 3-13** y **3-14** presentan la ponderación PET para las emisiones al aire y el agua de estos mismos contaminantes, con excepción de 1,2-dicloroetano, del que no se reportaron este tipo de emisiones en 2005. Una clasificación muy diferente se obtiene cuando los contaminantes se ponderan en función de su potencial de toxicidad como carcinógenos o sustancias que afectan el desarrollo o la reproducción, según se ilustra en los apartados siguientes.⁷

Emisiones atmosféricas. Como se indica en el **cuadro 3-13**, el arsénico fue emitido por las plantas de América del Norte en 2005 en cantidades

⁷ Un contaminante puede tener una ponderación PET por sus efectos cancerígenos o toxicidad para el desarrollo y la reproducción, pero aun así no estar clasificado como carcinógeno o como sustancia dañina para el desarrollo o la reproducción por las fuentes referidas en este capítulo.

Cuadro 3-12. Porcentaje de las emisiones y transferencias de los 30 principales contaminantes en América del Norte, 2005

| | Contaminante ubicado por emisiones y transferencias totales | Emisiones en sitio y fuera de sitio (% por emisiones promedio) | | | | | Transferencias para su manejo ulterior (% por método de manejo) | | | | Emisiones y transferencias totales (kg) |
|----|---|--|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|---|---------|-------------|---------|---|
| | | Emisiones al aire | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Reciclaje | Energía | Tratamiento | Drenaje | |
| 1 | Ácido sulfhídrico ^{CA, MX} | 1 | 0 | 20 | 0 | 18 | 61 | 0 | 0 | 0 | 1,368,487,605 |
| 2 | Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 1 | 0 | 1 | 41 | 21 | 36 | 0 | 0 | 0 | 639,516,966 |
| 3 | Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 1 | 44 | 13 | 42 | 0 | 0 | 0 | 453,766,645 |
| 4 | Cobre y sus compuestos ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 17 | 3 | 79 | 0 | 0 | 0 | 422,509,715 |
| 5 | Compuestos nitrados ^{CA, EU} | 0 | 58 | 8 | 3 | 3 | 0 | 0 | 2 | 25 | 261,638,682 |
| 6 | Ácido clorhídrico ^{CA, EU} | 99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 259,799,720 |
| 7 | Metanol ^{CA, EU} | 37 | 2 | 6 | 0 | 3 | 3 | 27 | 10 | 11 | 235,476,261 |
| 8 | Manganeso y sus compuestos ^{CA, EU} | 1 | 2 | 2 | 33 | 22 | 41 | 0 | 0 | 0 | 196,817,633 |
| 9 | Amoniaco ^{CA, EU} | 44 | 33 | 11 | 1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 4 | 168,527,542 |
| 10 | Ácido sulfúrico ^{CA, EU} | 49 | 0 | 0 | 0 | 5 | 43 | 0 | 2 | 0 | 166,764,975 |
| 11 | Bario y sus compuestos ^{EU} | 1 | 0 | 0 | 74 | 24 | 1 | 0 | 0 | 0 | 111,360,662 |
| 12 | Tolueno ^{CA, EU} | 24 | 0 | 1 | 1 | 1 | 12 | 49 | 13 | 0 | 101,536,968 |
| 13 | Arsénico y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 1 | 90 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90,986,426 |
| 14 | Cromo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 1 | 15 | 17 | 67 | 0 | 0 | 0 | 87,902,059 |
| 15 | Níquel y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 1 | 0 | 0 | 13 | 10 | 76 | 0 | 0 | 0 | 77,413,728 |
| 16 | Xilenos ^{CA, EU} | 20 | 0 | 1 | 1 | 1 | 18 | 51 | 9 | 0 | 76,951,478 |
| 17 | Etilén glicol ^{CA, EU} | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 63 | 10 | 5 | 16 | 54,799,080 |
| 18 | Ácido fluorhídrico ^{CA, EU} | 93 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 36,115,698 |
| 19 | Estireno ^{CA, EU, MX} | 66 | 0 | 1 | 0 | 3 | 4 | 21 | 5 | 0 | 35,196,460 |
| 20 | n-Hexano ^{CA, EU} | 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 22 | 20 | 0 | 33,592,714 |
| 21 | Vanadio y sus compuestos ^{CA, EU} | 2 | 1 | 1 | 68 | 12 | 16 | 0 | 0 | 0 | 30,587,841 |
| 22 | Diclorometano ^{CA, EU, MX} | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 20 | 39 | 0 | 30,234,488 |
| 23 | Aluminio (humo o polvo) ^{CA, EU} | 2 | 0 | 0 | 16 | 59 | 24 | 0 | 0 | 0 | 27,413,799 |
| 24 | Fósforo ^{CA, EU} | 0 | 25 | 5 | 13 | 35 | 12 | 0 | 6 | 4 | 27,213,543 |
| 25 | Etileno ^{CA, EU} | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 13 | 0 | 21,481,170 |
| 26 | Éteres glicólicos ^{EU} | 42 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 30 | 8 | 11 | 21,239,844 |
| 27 | Alcohol n-butílico ^{CA, EU} | 38 | 0 | 4 | 0 | 0 | 5 | 35 | 13 | 5 | 18,289,635 |
| 28 | Asbestos (friables) ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 0 | 99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 310,703 |
| 29 | 1,2-Dicloroetano ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 99 | 1 | 0 | 0 | 221,011 |
| 30 | Formaldehído ^{CA, EU, MX} | 99 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 158,162 |
| | | | | | | | | | | | 5,056,311,213 |

Nota: CA, EU y MX indican el o los países donde el registro del contaminante es obligatorio. C = carcinógeno conocido o presunto, M = metal, D = sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción, S = STPB.

menores que muchos otros contaminantes pero, una vez aplicada la ponderación con su PET, el arsénico se clasifica primero en términos de efecto carcinogénico y tercero en cuanto a alteraciones del desarrollo y la reproducción. El cromo y el plomo y sus compuestos, contaminantes de los que también se emitieron cantidades relativamente menores al aire, se clasifican en segundo y tercer lugares, respectivamente, al ponderarlos con su PET de efecto carcinogénico (con el plomo y sus compuestos en primer lugar al ponderarlos en cuanto a alteraciones al desarrollo y la reproducción).

Entre los no metales, el ácido clorhídrico, con las más altas emisiones al aire registradas en 2005, ocupó el cuarto lugar al ponderarse respecto del PET por alteraciones al desarrollo y la reproducción. Otros ejemplos de sustancias no metálicas con clasificaciones altas al ponderarlas con las clasificaciones PET por alteraciones al desarrollo y la

reproducción son el ácido sulfhídrico, el amoniaco y el ácido fluorhídrico.

Emisiones al agua. El **cuadro 3-14** muestra que, al igual que en las clasificaciones de las emisiones atmosféricas, el arsénico y el plomo y sus compuestos se clasificaron como los principales contaminantes al ponderarse por su acción cancerígena o toxicidad para el desarrollo y la reproducción, a pesar de que sus emisiones al agua registraron cantidades relativamente menores en 2005. Nueve metales ocuparon clasificaciones más altas al ponderarse con su PET por alteraciones al desarrollo y la reproducción. Otros contaminantes, como el ácido sulfhídrico, el n-hexano y el diclorometano, tuvieron clasificaciones más altas debido a su ponderación PET, mientras que contaminantes con muy grandes emisiones al agua en 2005 (por ejemplo, los compuestos nitrados, el amoniaco y el fósforo) observaron clasificaciones muy bajas al ponderarse con su PET.

Cuadro 3-13. Clasificaciones de PET de carcinógenos y sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción emitidos al aire en América del Norte, 2005

| Contaminantes clasificados por su PET como carcinógenos | | | Contaminantes clasificados por su PET como tóxicos para el desarrollo o la reproducción | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|---|----------------------------|--|-------------|-----------------|
| | Monto emitido al aire (kg) | PET como carcinógeno | | Monto emitido al aire (kg) | PET como sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción | | |
| 1 | Arsénico y sus compuestos | 59,188 | 947,012,948 | 1 | Plomo y sus compuestos | 742,768 | 430,805,713,353 |
| 2 | Cromo y sus compuestos | 308,360 | 40,086,810 | 2 | Cobre y sus compuestos | 1,005,060 | 13,065,783,137 |
| 3 | Plomo y sus compuestos | 742,768 | 20,797,517 | 3 | Arsénico y sus compuestos | 59,188 | 4,971,817,978 |
| 4 | Éteres glicólicos | 8,863,455 | 8,863,455 | 4 | Ácido clorhídrico | 256,412,321 | 3,076,947,848 |
| 5 | Ácido sulfhídrico | 8,629,403 | 8,629,403 | 5 | Níquel y sus compuestos | 553,846 | 1,772,308,629 |
| 6 | Níquel y sus compuestos | 553,846 | 1,550,770 | 6 | Cromo y sus compuestos | 308,360 | 955,916,234 |
| 7 | Diclorometano | 2,792,216 | 558,443 | 7 | Manganeso y sus compuestos | 1,144,154 | 892,440,410 |
| 8 | Formaldehído | 159,768 | 3,195 | 8 | Zinc y sus compuestos | 3,854,754 | 732,403,214 |
| 9 | Ácido clorhídrico | 256,412,321 | 0 | 9 | Vanadio y sus compuestos | 565,787 | 678,944,400 |
| 10 | Metanol | 87,822,906 | 0 | 10 | Bario y sus compuestos | 1,272,626 | 470,871,520 |
| 11 | Ácido sulfúrico | 82,130,785 | 0 | 11 | Ácido sulfhídrico | 8,629,403 | 293,399,706 |
| 12 | Amoníaco | 74,268,726 | 0 | 12 | Amoníaco | 74,268,726 | 282,221,159 |
| 13 | Ácido fluorhídrico | 33,684,672 | 0 | 13 | Ácido fluorhídrico | 33,684,672 | 121,264,819 |
| 14 | Tolueno | 24,012,740 | 0 | 14 | Aluminio (humo o polvo) | 583,840 | 35,614,240 |
| 15 | Estireno | 23,072,308 | 0 | 15 | Tolueno | 24,012,740 | 24,012,740 |
| 16 | n-Hexano | 17,359,121 | 0 | 16 | Diclorometano | 2,792,216 | 19,545,511 |
| 17 | Xilenos | 15,324,548 | 0 | 17 | Éteres glicólicos | 8,863,455 | 8,863,455 |
| 18 | Etileno | 9,204,438 | 0 | 18 | Metanol | 87,822,906 | 7,904,062 |
| 19 | Alcohol n-butílico | 6,913,272 | 0 | 19 | Alcohol n-butílico | 6,913,272 | 4,908,423 |
| 20 | Zinc y sus compuestos | 3,854,754 | 0 | 20 | Xilenos | 15,324,548 | 4,137,628 |
| 21 | Etilén glicol | 1,304,164 | 0 | 21 | Formaldehído | 159,768 | 2,556,285 |
| 22 | Bario y sus compuestos | 1,272,626 | 0 | 22 | Estireno | 23,072,308 | 1,845,785 |
| 23 | Manganeso y sus compuestos | 1,144,154 | 0 | 23 | n-Hexano | 17,359,121 | 520,774 |
| 24 | Cobre y sus compuestos | 1,005,060 | 0 | 24 | Compuestos nitrados | 247,885 | 520,559 |
| 25 | Aluminio (humo o polvo) | 583,840 | 0 | 25 | Etilén glicol | 1,304,164 | 326,041 |
| 26 | Vanadio y sus compuestos | 565,787 | 0 | 26 | Ácido sulfúrico | 82,130,785 | 0 |
| 27 | Compuestos nitrados | 247,885 | 0 | 27 | Etileno | 9,204,438 | 0 |
| 28 | Fósforo | 121,665 | 0 | 28 | Fósforo | 121,665 | 0 |
| 29 | Asbestos (friables) | 715 | 0 | 29 | Asbestos (friables) | 715 | 0 |

Nota: El contaminante 1,2-dicloroetano no se incluye porque no se registraron emisiones al aire en 2005. Los umbrales de registro de ciertos contaminantes varían entre los tres países (véase el apéndice).

Cuadro 3-14. Clasificaciones de PET de carcinógenos y sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción emitidos al agua en América del Norte, 2005

| Contaminantes clasificados por su PET como carcinógenos | | | Contaminantes clasificados por su PET como tóxicos para el desarrollo o la reproducción | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|---|----------------------------|--|-------------|---------------|
| | Monto emitido al agua (kg) | PET como carcinógeno | | Monto emitido al agua (kg) | PET como sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción | | |
| 1 | Arsénico y sus compuestos | 78,258 | 313,032,410 | 1 | Plomo y sus compuestos | 105,858 | 4,446,050,931 |
| 2 | Plomo y sus compuestos | 105,858 | 211,717 | 2 | Cobre y sus compuestos | 276,561 | 3,318,727,570 |
| 3 | Éteres glicólicos | 57,912 | 57,912 | 3 | Arsénico y sus compuestos | 78,258 | 1,565,162,049 |
| 4 | Ácido sulfhídrico | 47,582 | 47,582 | 4 | Vanadio y sus compuestos | 203,603 | 144,558,130 |
| 5 | Diclorometano | 2,587 | 336 | 5 | Cromo y sus compuestos | 74,636 | 32,840,024 |
| 6 | Formaldehído | 188 | 0 | 6 | Bario y sus compuestos | 519,425 | 24,932,390 |
| 7 | Compuestos nitrados | 152,697,190 | 0 | 7 | Manganeso y sus compuestos | 4,263,163 | 14,921,071 |
| 8 | Amoníaco | 55,558,696 | 0 | 8 | Zinc y sus compuestos | 733,929 | 10,275,006 |
| 9 | Fósforo | 6,921,767 | 0 | 9 | Níquel y sus compuestos | 134,077 | 3,485,991 |
| 10 | Manganeso y sus compuestos | 4,263,163 | 0 | 10 | Ácido sulfhídrico | 47,582 | 2,807,340 |
| 11 | Metanol | 3,983,406 | 0 | 11 | Amoníaco | 55,558,696 | 555,587 |
| 12 | Zinc y sus compuestos | 733,929 | 0 | 12 | Éteres glicólicos | 57,912 | 57,912 |
| 13 | Bario y sus compuestos | 519,425 | 0 | 13 | n-Hexano | 7,390 | 45,818 |
| 14 | Cobre y sus compuestos | 276,561 | 0 | 14 | Metanol | 3,983,406 | 39,834 |
| 15 | Etilén glicol | 246,678 | 0 | 15 | Tolueno | 13,706 | 12,061 |
| 16 | Vanadio y sus compuestos | 203,603 | 0 | 16 | Diclorometano | 2,587 | 11,383 |
| 17 | Níquel y sus compuestos | 134,077 | 0 | 17 | Xilenos | 12,414 | 6,952 |
| 18 | Cromo y sus compuestos | 74,636 | 0 | 18 | Alcohol n-butílico | 24,632 | 4,187 |
| 19 | Ácido sulfúrico | 33,574 | 0 | 19 | Etilén glicol | 246,678 | 1,036 |
| 20 | Alcohol n-butílico | 24,632 | 0 | 20 | Estireno | 2,541 | 864 |
| 21 | Ácido fluorhídrico | 18,899 | 0 | 21 | Formaldehído | 188 | 55 |
| 22 | Tolueno | 13,706 | 0 | 22 | Aluminio (humo o polvo) | 1 | 9 |
| 23 | Xilenos | 12,414 | 0 | 23 | Compuestos nitrados | 152,697,190 | 0 |
| 24 | n-Hexano | 7,390 | 0 | 24 | Fósforo | 6,921,767 | 0 |
| 25 | Estireno | 2,541 | 0 | 25 | Ácido sulfúrico | 33,574 | 0 |
| 26 | Etileno | 209 | 0 | 26 | Ácido fluorhídrico | 18,899 | 0 |
| 27 | Aluminio (humo o polvo) | 1 | 0 | 27 | Etileno | 209 | 0 |
| 28 | Asbestos (friables) | 0 | 0 | 28 | Asbestos (friables) | 0 | 0 |
| 29 | Ácido clorhídrico | 0 | 0 | 29 | Ácido clorhídrico | 0 | 0 |

Nota: El contaminante 1,2-dicloroetano no se incluye porque no se registraron emisiones al aire en 2005. Los umbrales de registro de ciertos contaminantes varían entre los tres países (véase el apéndice).

Cuadro 3-15. Clasificaciones de PET de otros carcinógenos y sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción emitidos al aire en América del Norte, 2005

| Contaminantes emitidos al aire clasificados por su PET | | Monto emitido al aire | Unidad | PET como carcinógeno | PET como sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción |
|--|-----|-----------------------|--------|----------------------|--|
| Mercurio y sus compuestos | DMP | 69,659 | kg | 0 | 975,227,497,277 |
| Benceno | DC | 3,438,039 | kg | 3,438,039 | 27,848,118 |
| Cloruro de vinilo | C | 298,423 | kg | 567,004 | 20,591,189 |
| Hexaclorobenceno | DCP | 400 | g | 880,000 | 8,400,000 |

Nota: C = carcinógeno conocido o presunto, M = metal, D = sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción, S = STPB. El mercurio y sus compuestos y el hexaclorobenceno tienen un umbral de registro menor en los tres RETC. Los umbrales de registro de ciertos contaminantes varían entre los tres países (véase el apéndice).

Cuadro 3-16. Clasificaciones de PET de otros carcinógenos y sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción emitidos al agua en América del Norte, 2005

| Contaminantes emitidos al agua clasificados por su PET | | Monto emitido al agua | Unidad | PET como carcinógeno | PET como sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción |
|--|-----|-----------------------|--------|----------------------|--|
| Mercurio y sus compuestos | DMP | 14,421 | kg | 0 | 187,470,610,426 |
| Benceno | DC | 114,414 | kg | 86,955 | 1,144,141 |
| Hexaclorobenceno | DCP | 31 | g | 106,778 | 1,036,377 |
| Cloruro de vinilo | C | 482 | kg | 2,216 | 67,432 |

Nota: C = carcinógeno conocido o presunto, M = metal, D = sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción, S = STPB. El mercurio y sus compuestos y el hexaclorobenceno tienen un umbral de registro menor en los tres RETC. Los umbrales de registro de ciertos contaminantes varían entre los tres países (véase el apéndice).

Otros contaminantes RETC con altas clasificaciones de PET

Además de estos contaminantes con las más altas clasificaciones, otras sustancias reconocidas por sus posibles efectos en la salud fueron también emitidas al aire y el agua por las plantas industriales de América del Norte. Los cuatro contaminantes que se presentan en los cuadros 3-15 y 3-16 incluyen los emitidos al aire o el agua, pero no incluidos entre los de más alta emisión en 2005, al igual que contaminantes registrados en cantidades muy pequeñas, pero todos son reconocidos como carcinógenos, sustancias que afectan el desarrollo y la reproducción o ambos. Al igual que en los cuadros previos, la clasificación considera la ponderación respecto de su efecto carcinogénico y de alteraciones al desarrollo y la reproducción.

Los cuadros muestran que estos contaminantes tienen altas ponderaciones de PET. El mercurio (y sus compuestos), una STPB emitida en cantidades relativamente menores por las plantas de América del Norte en 2005, tiene una ponderación PET de millones, lo que le da una clasificación en extremo alta como sustancia tóxica que afecta el desarrollo y la reproducción tanto en las emisiones al aire como en las correspondientes al agua. El benceno, sustancia de referencia para determinar el PET de los carcinógenos, tiene también una clasificación alta como sustancia alteradora del desarrollo y la reproducción, en particular en cuanto a las emisiones atmosféricas, al igual que el cloruro de vinilo. El hexaclorobenceno (registrado en gramos) tiene también ponderación PET muy alta, en particular en cuanto a alteraciones del desarrollo y la reproducción, pero también en efectos carcinogénicos.

Los tres programas RETC han establecido para determinados contaminantes requisitos más estrictos; por ejemplo, umbrales de registro muy bajos o incluso registro en cualquier cantidad, sin importar cuán pequeña sea. Estos requisitos se han definido con base en la toxicidad química y el potencial de riesgo para la salud humana y el medio ambiente; para algunos contaminantes —por ejemplo, las STPB, el hexaclorobenceno y dioxinas y furanos— se ha reconocido ampliamente la necesidad de umbrales de registro muy bajos y unidades adecuadas para capturar las emi-

siones de preocupación.⁸ De igual manera, el plomo y el mercurio y sus compuestos se registran en umbrales más bajos en los tres sistemas RETC.

Sin embargo, los umbrales para algunas sustancias pueden variar considerablemente entre los tres RETC. Por ejemplo, los umbrales del NPRI canadiense y el *RETC* mexicano para el arsénico y el cadmio y sus compuestos varían de 1 a 50 kilogramos, mientras que en el TRI de Estados Unidos es de 11,340 kilogramos para ambos. En el apéndice se presenta mayor información sobre los requisitos de registro para contaminantes específicos.

Usos y propiedades químicas de los contaminantes de interés especial

Este apartado describe los usos y las propiedades químicas de algunos de los contaminantes de interés especial registrados en los RETC de América del Norte en 2005.

Como se ilustró en el apartado anterior, los PET son un indicador de riesgo potencial. Sin embargo, a falta de otra información como la ruta o la duración de la exposición, es difícil determinar el riesgo real que una sustancia plantea. Tampoco puede asumirse que un contaminante con PET bajo o inexistente no plantee un peligro para la salud humana o el medio ambiente. En este apartado se analiza sólo un reducido número de todos los contaminantes registrados por las plantas de América del Norte. Para información adicional, los lectores pueden remitirse a las fuentes utilizadas en la recopilación de este apartado.⁹

Arsénico. Metal de ocurrencia natural que no puede destruirse, sólo transformarse. Los compuestos inorgánicos del arsénico se emplean por lo general en la conservación de la madera; los compuestos orgánicos se usan como plaguicidas. Los seres humanos pueden exponerse a esta sustancia al ingerir pequeñas cantidades en los alimentos y el agua o al respirar polvo de aserrín o humo de

madera tratada con arsénico. La exposición puede también derivarse de vivir en áreas con niveles inusualmente altos de arsénico en las piedras o de trabajar en empleos que impliquen la producción o el uso de arsénico (por ejemplo, la fundición de cobre o plomo, el tratamiento de la madera o la aplicación de plaguicidas). En el carbón y el petróleo hay también rastros de arsénico y, por tanto, pueden producirse emisiones durante la combustión.

Inhalar niveles altos de arsénico inorgánico puede causar irritación en garganta y pulmones; la ingestión de cantidades muy altas puede causar la muerte. La exposición a niveles más bajos puede provocar náusea y vómito, daño a los vasos sanguíneos y sensación de “piquetes de agujas y alfileres” en las manos y los pies. La ingesta o la inhalación a largo plazo de bajos niveles de arsénico inorgánico puede modificar la apariencia de la piel, y el contacto con la piel puede generar enrojecimiento e inflamación. El arsénico inorgánico es un carcinógeno humano. Existen algunas pruebas de que la exposición de largo plazo al arsénico en la infancia puede resultar en índices más bajos de IQ y que la exposición intrauterina y en la primera infancia puede incrementar la mortalidad en adultos jóvenes.

Asbestos. Es el nombre común de un grupo de fibras minerales de presencia natural en el medio ambiente. Debido a sus características de resistencia al calor, los asbestos se han utilizado en gran cantidad de bienes manufacturados y materiales de construcción; por ejemplo, tejas para techado, baldosas y azulejos, productos de papel, productos de cemento y partes automotrices como las recubiertas para frenos. Por el solo hecho de respirar el aire de la mayor parte de las ciudades y áreas industriales, las personas están expuestas a niveles muy bajos de asbestos. Quienes trabajan con productos de asbesto, en la remoción de asbestos de los edificios o en la minería del producto, pueden estar expuestos a altos niveles de asbestos en el aire, al igual que quienes habitan en las proximidades de dichas actividades industriales.

La inhalación de altos niveles de fibras de asbesto en un periodo largo puede causar asbestosis, es decir, desarrollo de tejido fibroso en los pulmones y en la membrana pleural que rodea y recubre el pulmón. El enfermo manifiesta dificultad respiratoria, tos y, en algunos casos, hipertrofia cardíaca.

A la larga la enfermedad puede causar la muerte. La inhalación de niveles más bajos de asbestos puede resultar en cambios en la membrana pleural que dificulten la respiración. La inhalación de asbestos aumenta el riesgo de cáncer, en particular el de pulmón y mesotelinoma (cáncer de la membrana pleural o la cavidad abdominal). Estudios en el medio laboral sugieren también que la inhalación de asbestos puede incrementar el riesgo de desarrollar otros tipos de cáncer. Fumar tabaco e inhalar asbestos aumenta considerablemente el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón.

Benceno. Es un líquido incoloro y muy inflamable que se evapora en el aire con gran rapidez y es poco soluble en agua. Se deriva tanto de procesos naturales como de actividades humanas. El benceno se usa ampliamente en la elaboración de otras sustancias químicas que se emplean en la producción de plásticos, resinas y fibras sintéticas, además de hule, lubricantes, tintas, detergentes, fármacos y plaguicidas. Entre las fuentes naturales de benceno están los volcanes y los incendios forestales. El benceno es también un componente del petróleo crudo y de la gasolina. La exposición ocurre con la inhalación de emisiones industriales, humo de tabaco, humo del escape de vehículos y vapores de cementos, pinturas y otros productos que lo contienen.

La inhalación de altos niveles de benceno puede causar somnolencia, mareos, taquicardia, dolores de cabeza, temblores, confusión y pérdida del conocimiento. Los niveles muy altos pueden causar la muerte. Ingerir alimentos o bebidas que contengan altas dosis de benceno puede derivar en vómito, irritación estomacal, mareos, somnolencia, convulsiones, taquicardia y la muerte. El principal efecto de la exposición de largo plazo al benceno es la disminución de los glóbulos rojos en la sangre, lo que deriva en anemia. Puede causar también hemorragias graves y alteraciones en el sistema inmunitario. El benceno es carcinógeno; la exposición de largo plazo a niveles altos en el aire puede causar leucemia.

Cromo. Elemento que puede encontrarse en la naturaleza en varios estados: líquido, sólido o gaseoso. Puede cambiar de estado con facilidad en el agua y el suelo. Entre las formas más comunes del cromo figuran el cromo metálico(0), así como el cromo(III) y el cromo(VI). El metálico se usa en

⁸ Como se indicó, el hexaclorobenceno se registra en gramos y, en Canadá y otros países, las dioxinas y furanos se registran en gramos conforme al factor internacional de equivalencia tóxica (EqT).

⁹ Este apartado se basó en las siguientes fuentes: ToxFAQs, US Agency for Toxic Substances and Disease Registry <www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html>; *Chemical Fact Sheets*, Office of Pollution Prevention and Toxics, US Environmental Protection Agency <www.epa.gov/chemfact/>; *Hazardous Substance Fact Sheets*, New Jersey Department of Health and Senior Services <<http://web.doh.state.nj.us/rtkhsfs/indexFs.aspx>>; y Scorecard <www.scorecard.org>.

la fabricación de acero. El cromo(VI), denominado también cromo hexavalente, y el cromo(III) se usan en el proceso de cromado, la elaboración de tinturas y pigmentos, el curtido de pieles y el tratamiento de madera. La exposición al cromo puede ocurrir mediante la ingesta de alimentos con cromo(III), la respiración de aire contaminado (por ejemplo, durante la elaboración de productos de cromo), el contacto con la piel, el consumo de agua de pozos contaminados o habitar cerca de sitios no controlados de residuos peligrosos que contengan cromo o industrias que lo usen.

Los riesgos asociados con el cromo dependen de su forma. La inhalación de altos niveles de cromo(VI) puede causar irritación en la membrana de la nariz y afecciones como asma, tos o insuficiencia respiratoria. Los compuestos de cromo(VI) son carcinógenos conocidos y la inhalación en el medio laboral se vincula con cáncer de pulmón. Se ha observado aumento en cáncer estomacal en humanos y animales expuestos al cromo(VI) en el agua que ingieren, así como daños en el sistema reproductor masculino de animales de laboratorio expuestos a cromo(VI).

1,2-dicloroetano. Este contaminante, denominado también dicloruro de etileno, es una sustancia química de fabricación humana que se presenta como líquido claro. El uso más común del 1,2-dicloroetano se observa en la fabricación de cloruro de vinilo, que se emplea en la producción de diversos productos plásticos y de vinilo; por ejemplo, tubería de PVC (cloruro de polivinilo), tapicería de muebles y automóviles, utensilios para el hogar y partes automotrices. Se usa también como solvente y removedor de pintura; se añade también a la gasolina con plomo para remover dicho metal. La exposición puede ocurrir al respirar aire o beber agua que lo contenga o si se habita en las cercanías de actividades industriales que utilicen dicha sustancia. Las personas que habitan cerca de sitios no controlados de residuos peligrosos pueden también estar expuestas a niveles de 1,2-dicloroetano más altos que lo común.

La exposición al 1,2-dicloroetano puede causar náusea, vómito, dolor de cabeza, mareos, confusión, temblores, pérdida de la memoria y desmayos. En personas que ingieren o inhalan grandes cantidades de la sustancia se han registrado daños hepáticos y renales, además de problemas pulmonares

como irritación, tos e insuficiencia respiratoria. En estudios con animales se ha sugerido también que el 1,2-dicloroetano puede dañar el sistema inmunológico, irritar la piel y los ojos y puede además ser un carcinógeno. Los estudios con animales indican que el 1,2-dicloroetano no afecta la reproducción.

Formaldehído. Es un gas incoloro e inflamable (a temperatura ambiente) de un olor picante característico. Se emplea en la producción de fertilizante, papel, madera terciada (triplay), resinas de urea, y como conservador en algunos alimentos y en muchos productos del hogar, como antisépticos, medicinas y cosméticos. El formaldehído es fácilmente soluble en agua, pero la solución se degrada con rapidez. Aunque la mayor parte del formaldehído en el aire se descompone con rapidez en ácido fórmico y monóxido de carbono, la exposición puede ocurrir por medio de inhalación (por ejemplo, en empresas manufactureras o en hospitales). El esmog y el humo de cigarrillos son también fuentes de exposición; los productos de madera empleados en los hogares emiten gases de formaldehído.

Los niveles bajos de formaldehído causan irritación en ojos, nariz, garganta y piel; las personas con asma pueden resultar más sensibles a los efectos de la inhalación. La ingestión de grandes cantidades de formaldehído puede causar dolor agudo, vómito, coma e incluso la muerte. El formaldehído es un posible carcinógeno humano. Estudios en animales sugieren que el formaldehído no genera defectos congénitos en humanos.

Hexaclorobenceno. Es un sólido blanco cristalino, poco soluble en agua y no se presenta de modo natural en el medio ambiente. Se forma como subproducto en la fabricación de otras sustancias, como residuo en las plantas de producción de cloro y tratamiento de madera y en la incineración de residuos municipales. El hexaclorobenceno se utilizó en el pasado como plaguicida y fungicida, en la fabricación de fuegos artificiales, municiones y caucho sintético. Estados Unidos fue el primero en prohibirlo en los años sesenta, seguido por Canadá en los años setenta y por México en 1991. Pequeñas cantidades de la sustancia, sin embargo, se siguen generando todavía como subproductos no intencionales en la fabricación de compuestos clorados para plaguicidas, de la cloración de aguas residuales y de la incineración de residuos peligrosos y municipales.

Debido a que se trata de una STPB, el hexaclorobenceno permanece en el medio ambiente durante periodos muy prolongados. La exposición humana puede ocurrir por ingesta de alimentos y peces, beber leche o agua contaminadas, consumir productos lácteos o carne de ganado alimentado con pastura contaminada, inhalación de aire contaminado o trabajar en una industria en que el hexaclorobenceno sea un subproducto no intencional. La exposición puede provocar cambios en el color de la piel y la orina, llagas en la piel, artritis y problemas hepáticos y en los sistemas nervioso, inmunológico o endocrino. El hexaclorobenceno puede ser carcinógeno humano.

Ácido sulfhídrico. Es un gas incoloro e inflamable con un olor propio de huevos podridos. Está presente de modo natural en el petróleo crudo, el gas natural, los gases volcánicos y las aguas termales. Puede también formarse a partir de la descomposición bacteriana de materia orgánica y desechos animales y humanos. El ácido sulfhídrico es subproducto de ciertas actividades industriales, como el procesamiento de alimentos, hornos de coque, plantas papeleras de proceso kraft, curtidurías y refineries petroleras. La exposición humana se produce mediante inhalación de aire contaminado o al beber agua contaminada. Las personas que viven cerca de las plantas de tratamiento de aguas residuales, la perforación petrolera o de gas, granjas con estiércol o rellenos sanitarios pueden estar más expuestas a este gas.

La exposición a bajas concentraciones de ácido sulfhídrico puede causar irritación en ojos, nariz y garganta, además de dificultades respiratorias para las personas asmáticas. La exposición prolongada a bajas concentraciones puede causar somnolencia, visión borrosa, hemorragia e incluso la muerte. La exposición breve a concentraciones altas de ácido sulfhídrico puede causar pérdida del conocimiento, además de efectos a largo plazo como dolores de cabeza, déficit de atención, pérdida de memoria y funciones motoras e incluso la muerte.

Plomo. Es un metal de ocurrencia natural y color gris azulado. No se descompone, pero puede transformarse con la luz del sol, el aire y el agua. La mayor parte del plomo del medio ambiente procede de actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, la minería y la manufactura. El plomo se utiliza en baterías para vehículos,

pigmentos, plásticos, vidrio, artículos electrónicos, plomería, cigarrillos, municiones y artículos de consumo como la joyería y la cerámica. También se usa en municiones, explosivos y artefactos para proteger de los rayos X, además de en insecticidas, rodenticidas y ungüentos. La exposición humana puede ocurrir por la ingestión de alimentos o bebidas con plomo. Las tuberías en algunas casas antiguas pueden contener soldadura de plomo y el metal puede lixiviarse en el agua. El deterioro en pintura con plomo puede generar polvo de plomo y exposición mediante inhalación. Las actividades industriales que incluyen uso de plomo son otra fuente de exposición.

Debido a preocupaciones de salud se ha reducido de modo radical el plomo en pinturas, productos de cerámica, selladores y tuberías, además de que ya no se usa como aditivo en la gasolina. La exposición al plomo por inhalación o ingesta puede afectar prácticamente todos los órganos y sistemas del cuerpo, en particular el sistema nervioso, tanto en niños como en adultos. La exposición a niveles elevados puede causar daños severos al cerebro y los riñones en adultos o niños y provocar en última instancia la muerte. En mujeres embarazadas, la exposición a niveles altos de plomo puede causar aborto involuntario o problemas de crecimiento o deficiencia mental en el producto. En niveles mucho más bajos de exposición, el plomo puede afectar el crecimiento físico y mental de los niños; al tratarse de una STPB, se almacena en los huesos y se acumula con el tiempo. El plomo inorgánico es probablemente un carcinógeno humano.

Mercurio. Es un metal de ocurrencia natural que adquiere formas diversas. El mercurio metálico es un líquido inodoro brillante de color blanco plateado que al calentarse se torna en un gas incoloro e inodoro. En combinación con otros elementos, como cloro, azufre u oxígeno, se forman compuestos inorgánicos de mercurio, mientras que en combinación con carbono se producen compuestos orgánicos; entre estos últimos destaca el metilmercurio, principalmente generado por microorganismos en el agua y el suelo. El mercurio metálico se emplea en la producción de cloro gaseoso y sosa cáustica, además de su uso en termómetros, amalgamas dentales y baterías. Junto con la erosión y la actividad volcánica, las principales fuentes de exposición humana son las emisiones de las

carboeléctricas, la minería, la fundición, las plantas cementeras, los incineradores y la disposición de productos de consumo como interruptores, termómetros y lámparas.

El sistema nervioso es muy sensible a todas las formas de mercurio, pero el metilmercurio y los vapores del mercurio metálico son las más dañinas debido a que llegan al cerebro en mayor cantidad. La exposición a niveles elevados de mercurio, metálico, inorgánico u orgánico, puede causar permanentes daños cerebrales, renales y al feto en desarrollo. Los efectos cerebrales incluyen irritabilidad, temblores, cambios en visión y audición, y problemas de memoria. Los niños muy pequeños son más sensibles al mercurio que los adultos.

El mercurio que se transporta grandes distancias en la atmósfera se deposita luego en suelos y agua lejos de las fuentes de origen. Debido a que se trata de una STPB y se bioacumula en peces, los humanos están expuestos al mercurio al consumir pescado, mariscos y mamíferos marinos.

Tolueno. Es un líquido claro e incoloro que se encuentra de modo natural en el petróleo crudo y en el árbol tolu. Se produce también al emplear petróleo crudo en la fabricación de gasolina y otros combustibles y al hacer coque a partir de carbón. El tolueno se emplea en pinturas, solventes, barniz de uñas, lacas, adhesivos y caucho, así como en algunos procesos de impresión y talabartería. La exposición humana al tolueno puede ocurrir al respirar aire contaminado en el lugar de trabajo o de escape de automóviles, trabajar con gasolina, queroseno, petróleo diáfano, pinturas y lacas, al beber agua

contaminada de pozos o al habitar en las cercanías de sitios no controlados de residuos peligrosos que contengan productos con tolueno.

El tolueno puede afectar el sistema nervioso. Incluso en niveles bajos puede causar fatiga, confusión, debilitamiento, pérdida de memoria, náusea, inapetencia y pérdida auditiva y de visión de los colores. La inhalación aguda de altos niveles de tolueno puede causar daños renales y generar mareos y fatiga, pérdida del conocimiento e incluso la muerte. La inhalación de altos niveles de tolueno durante el embarazo puede resultar en defectos congénitos, retraso mental y problemas de crecimiento del producto.

Emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio y gases de invernadero

En 2005 muchas de las plantas que presentaron registros en los tres programas RETC de América del Norte resultaron también asociadas con emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) y gases de efecto invernadero (GEI).¹⁰ Los CAC son el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitró-

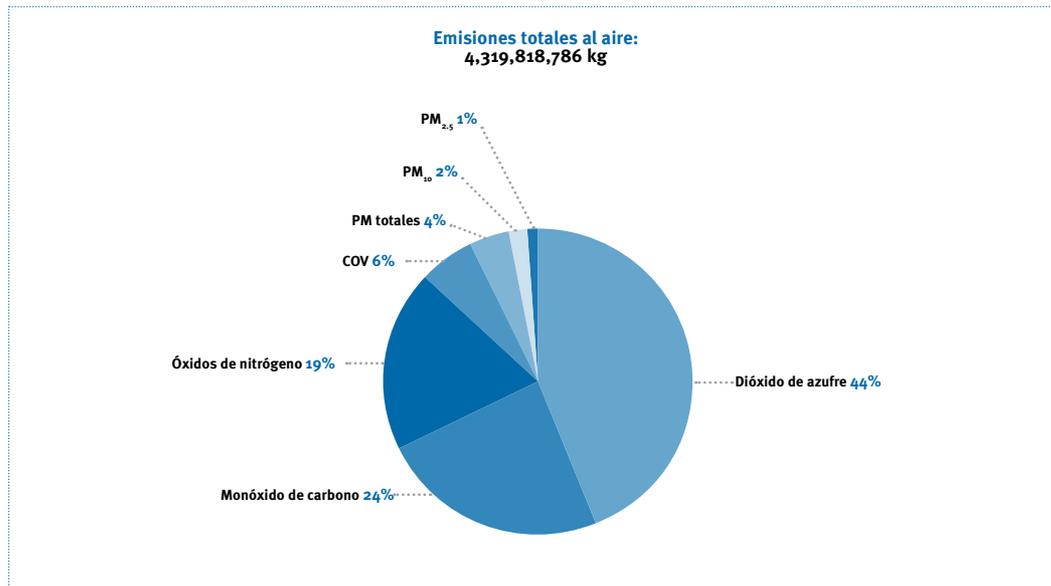
¹⁰ Este apartado se basó en las siguientes fuentes: Canadá: NPRI <<http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/>>, GHG Inventory <<http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/>>, GHG Emissions Reporting program <http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/facility_e.cfm>; Estados Unidos: US NEI 2005 (versión del 2 de octubre de 2008), US GHG Inventory <<http://www.epa.gov/climatechange/emissions/>>, US Powerplants reference: e-grid 2007 (versión 1.1) <<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/egrid/index.html>>; México: INEM, Semarnat, *Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y RETC*, 2005 <<http://app1.semarnat.gob.mx/rete/index.html>>, Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: <<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/489/inventario.pdf>>.

Contaminantes atmosféricos de criterio y gases de efecto invernadero

Los contaminantes atmosféricos de criterio o CAC (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas, óxidos de azufre y compuestos orgánicos volátiles) son un grupo de sustancias químicas asociadas con efectos ambientales como el smog, la lluvia ácida y la neblina regional, además de efectos en la salud como diversas enfermedades respiratorias. Las principales fuentes de los CAC son la quema de combustibles fósiles, la extracción de recursos naturales y diversas actividades manufactureras.

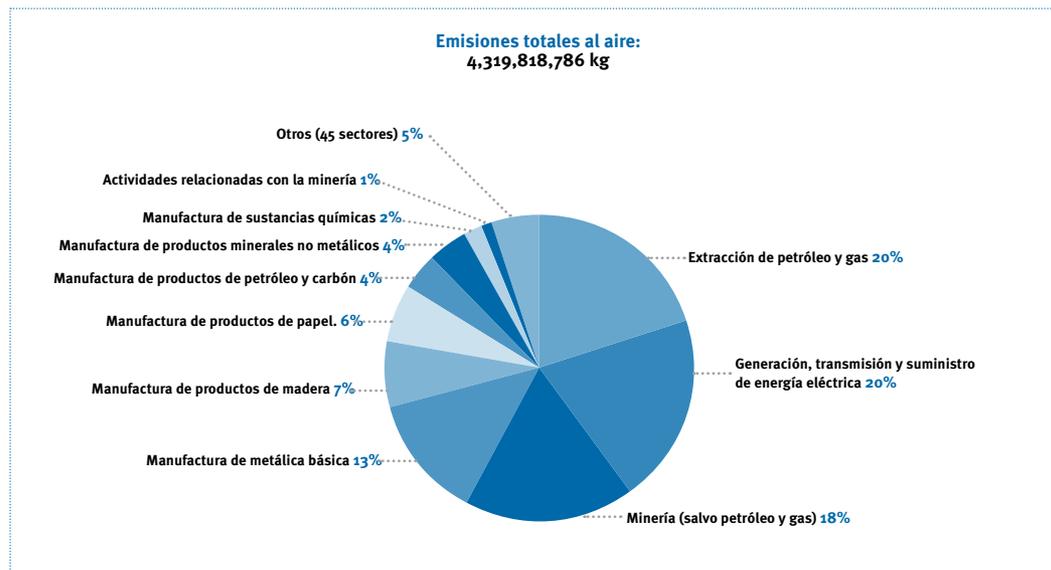
Los gases de efecto invernadero (GEI) —objeto del Protocolo de Kioto, en vigor desde 2005— contribuyen al cambio climático al capturar el calor al interior de la atmósfera terrestre. Entre los principales GEI se incluyen al dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y tres grupos de gases fluorinados. Algunas de las principales fuentes antropogénicas de GEI son la quema de combustibles fósiles, la deforestación y las actividades agrícolas.

Gráfica 3-4. Contaminantes atmosféricos de criterio registrados por plantas canadienses al NPRI, 2005 (por tipo)



Fuente: NPRI, 2005.

Gráfica 3-5. Registro de contaminantes atmosféricos de criterio por sector industrial, NPRI, 2005



Fuente: NPRI, 2005.

geno (NO_x), las partículas suspendidas o partículas de materia (PM totales, PM₁₀ y PM_{2.5}), óxidos de azufre (SO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COV). Estos contaminantes se asocian con diversos efectos en la salud y el medio ambiente; entre otros, formación de ozono troposférico, esmog, lluvia ácida, neblina regional, problemas respiratorios, daños pulmonares y fatiga. La exposición a niveles elevados de monóxido de carbono puede resultar fatal.

Los gases de efecto invernadero son resultado tanto de procesos naturales como de actividades humanas, por ejemplo la quema de combustibles fósiles. Los principales GEI son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los perfluorocarbonos (PFC), los hidrofluorocarbonos (HFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆). Estos gases contribuyen al cambio climático al capturar el calor en la atmósfera terrestre.

Aunque algunas de estas sustancias se registran en el NPRI de Canadá y en el *RETC* de México, no están sujetas en el TRI de Estados Unidos. Otros programas nacionales en los tres países, por ejemplo los inventarios de emisiones y los registros de gases de invernadero, recopilan datos sobre estos contaminantes en varios niveles de agregación: nacional, estatal o provincial, sectorial o por planta.

En Canadá los CAC se registran en el NPRI y en algunos casos de informes por planta los datos sobre GEI se presentan en términos del programa Registro de Emisiones de Gases de Invernadero (*GHG Emissions Reporting*). Estos requisitos se aplican únicamente a fuentes industriales que emiten más de 100,000 toneladas anuales de equivalentes de CO₂.¹¹ Los datos de todas las otras fuentes se agregan y se ponen a disposición pública en el inventario nacional de GEI.

En México los GEI y algunos CAC se registran por medio de la Cédula de Operación Anual (COA). Aunque dichos gases se incluyen en la lista de las sustancias del *RETC*, los datos sobre los CAC de las plantas que presentan registros se emplean como base para la elaboración del Inventario

¹¹ Las unidades de equivalencia de CO₂ describen la cantidad de dióxido de carbono que tendría el equivalente de potencial de calentamiento global (*global warming potential*, GWP) para la cantidad emitida de un determinado gas de efecto invernadero (así, el dióxido de carbono mismo tiene un GWP de 1, en tanto que, por ejemplo, el GWP del metano es 21 y el del óxido nitroso, 310).

Nacional de Emisiones de México (INEM), que se publica cada tres años (los datos más recientes publicados son de 1999). El INEM está hoy en actualización con los datos de 2005. Para este informe, los datos sobre seis CAC de las plantas que presentan registros al *RETC* se obtuvieron de las COA y se complementaron con los datos preliminares del INEM para 2005.

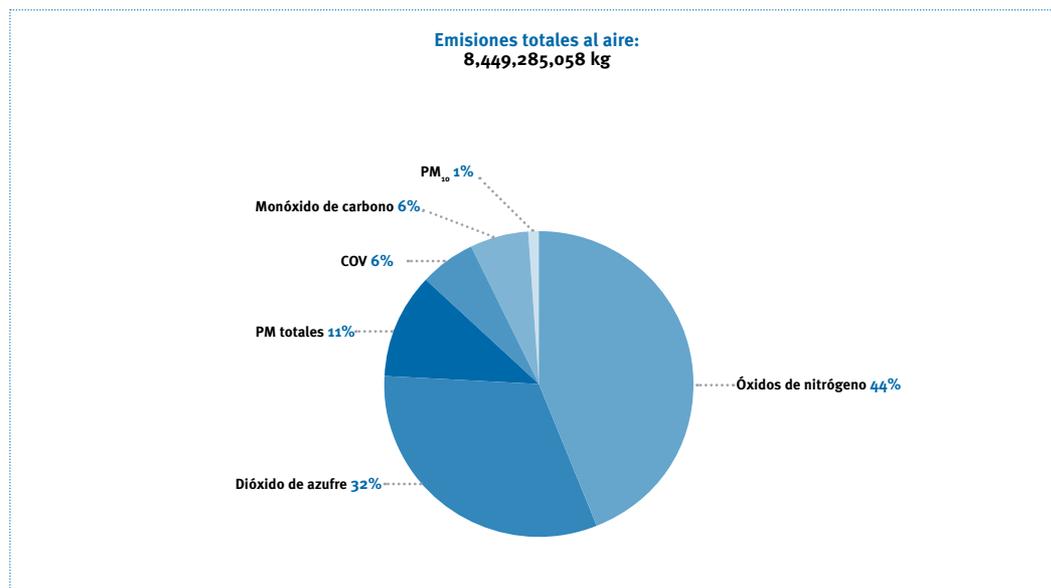
En Estados Unidos, ni los CAC ni los GEI están sujetos a registro en el TRI. Las plantas, sin embargo —incluidas muchas que presentan registros en el TRI—, informan sobre sus emisiones de CAC a las dependencias locales y estatales. Los estados, a continuación, transfieren la información a la EPA para su inclusión en el Inventario Nacional de Emisiones (*National Emissions Inventory*, NEI), que se actualiza cada tres años. Los datos sobre CAC de las plantas del TRI se obtuvieron del NEI de 2005 (versión del 2 de octubre de 2008).

Los lectores que deseen mayor información sobre los registros de CAC y GEI en los tres países pueden consultar las fuentes de referencia de este capítulo.

Registro de contaminantes atmosféricos de criterio, 2005. Los datos de las emisiones de CAC informados por las plantas a los *RETC* muestran que actividades industriales como la extracción de recursos, la quema de combustibles fósiles y ciertos tipos de manufactura emitieron sustanciales cantidades de esos contaminantes al aire en 2005.

En Canadá, las 7,284 plantas que presentaron registros al NPRI en 2005 emitieron al aire alrededor de 4,300 millones de kilogramos de CAC (*gráfica 3-4*). Las plantas de extracción de petróleo y gas, las centrales eléctricas, la minería y el sector de metálica básica fueron los sectores industriales que dieron cuenta de más de 70 por ciento del total (*gráfica 3-5*). Alrededor de 44 por ciento de estas emisiones (1,800 millones de kilogramos) correspondieron a dióxido de azufre, principalmente de las minas de metales y las centrales eléctricas. Un poco más de mil millones de kilogramos de monóxido de carbono fueron emitidos principalmente por el sector de la metálica básica (en particular, productos de aluminio) y el de fabricación de productos de madera. Las centrales eléctricas emitieron grandes cantidades de óxidos de nitrógeno, al igual que las actividades de extracción de petróleo

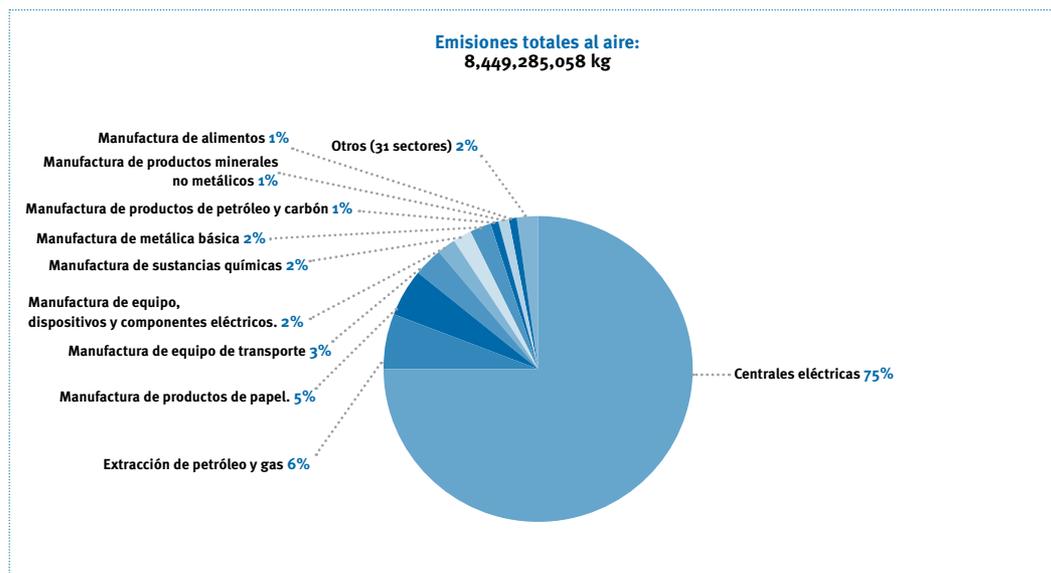
Gráfica 3-6. Contaminantes atmosféricos de criterio registrados por plantas mexicanas al *RETC*, 2005 (por tipo)



Fuente: *RETC*, 2005.

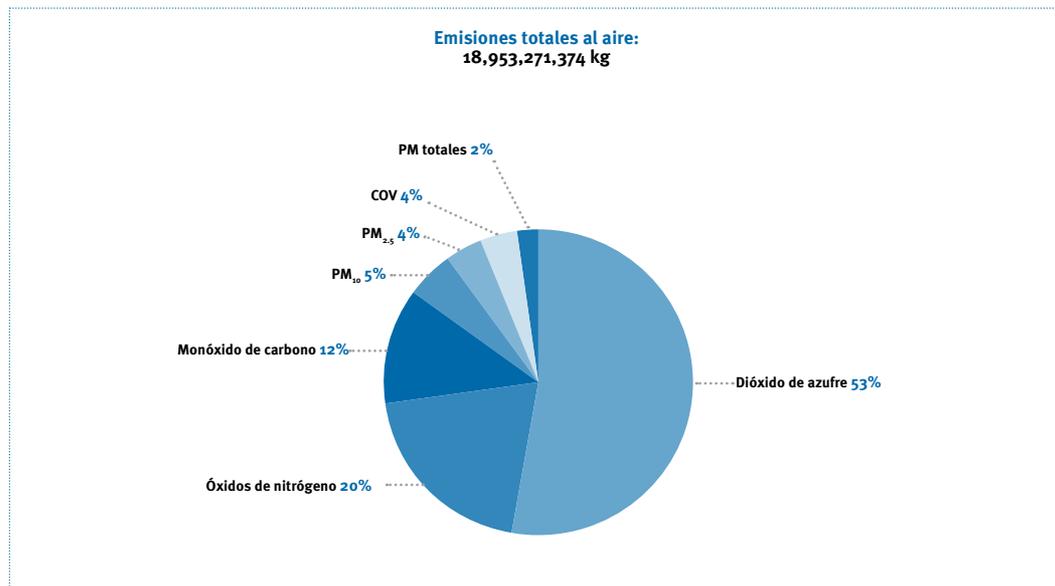
Nota: No se incluyen datos para PM^{2.5}.

Gráfica 3-7. Registro de contaminantes atmosféricos de criterio por sector industrial, *RETC*, 2005



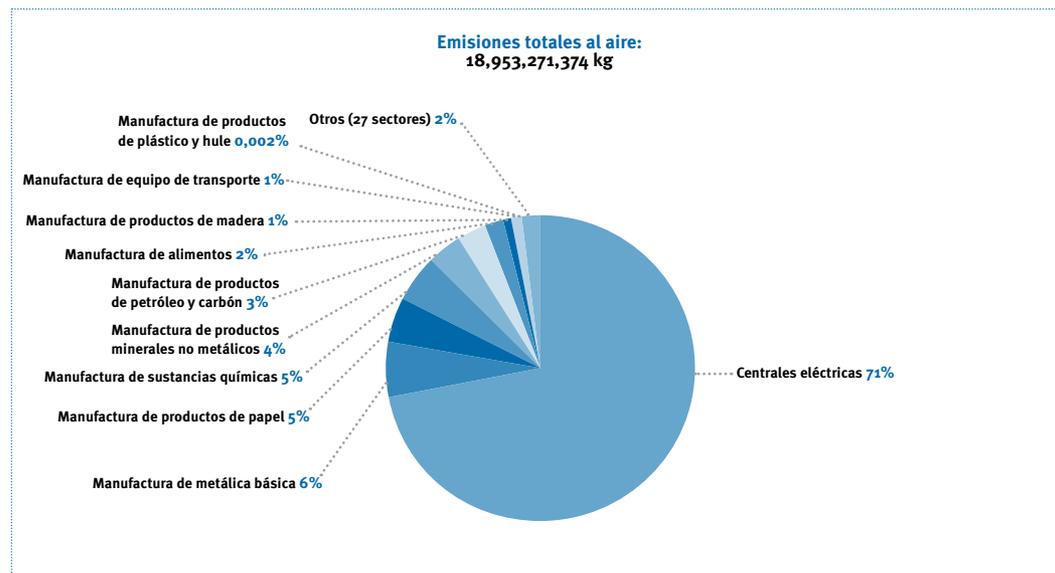
Fuente: *RETC*, 2005.

Gráfica 3-8. Contaminantes atmosféricos de criterio informados por plantas de Estados Unidos al TRI, 2005 (por tipo)



Fuente: Inventario Nacional de Emisiones de Estados Unidos, 2005 (versión del 2 de octubre de 2008).

Gráfica 3-9. Registro de contaminantes atmosféricos de criterio por sector industrial, TRI, 2005



Fuente: Inventario Nacional de Emisiones de Estados Unidos, 2005 (versión del 2 de octubre de 2008).

y gas y los fabricantes de cemento y concreto. Los compuestos orgánicos volátiles fueron principalmente registrados por el sector de extracción de petróleo y gas, productos de madera, productos de papel y fabricación de equipo de transporte. La emisión de partículas suspendidas correspondió a las centrales eléctricas, la fabricación de productos de papel, las minas de mineral metálico y la metálica básica.

En México, 1,939 plantas informaron al *RETC* emisiones por casi 8,500 millones de kilogramos de CAC en 2005 (**gráfica 3-6**). Las centrales eléctricas registraron la mayor parte de estas emisiones (75 por ciento), en particular de óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre (**gráfica 3-7**). Las actividades de extracción de petróleo y gas generaron grandes cantidades de monóxido de carbono, además de compuestos orgánicos volátiles (COV). Las mayores proporciones de partículas suspendidas correspondieron a las centrales eléctricas, los fabricantes de equipo eléctrico y las plantas productoras de papel. Los fabricantes de equipo de transporte informaron grandes cantidades de compuestos orgánicos volátiles y monóxido de carbono.

En Estados Unidos, 8,134 plantas informaron al TRI en 2005 casi 19,000 millones de kilogramos de emisiones de CAC (**gráfica 3-8**). De acuerdo con estos datos, obtenidos del Inventario Nacional de Emisiones de Estados Unidos (versión del 2 de octubre de 2008), los CAC registrados por las plantas del TRI dieron cuenta de alrededor de 80 por ciento de los 24,500 millones de kilogramos de CAC registrados por todas las fuentes en 2005. El dióxido de azufre fue la mayor emisión: se registraron más de 10,000 millones de kilogramos; también se emitieron alrededor de 4,000 millones de kilogramos de óxidos de nitrógeno, 2,200 millones de kilogramos de monóxido de carbono, 1,800 millones de kilogramos de partículas suspendidas y 675 millones de kilogramos de compuestos orgánicos volátiles.

Las centrales eléctricas de Estados Unidos (las operadas con carbón o con petróleo) dieron cuenta de la mayor parte de las emisiones (casi 72 por ciento), en particular de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas. La metálica básica emitió grandes cantidades de monóxido de carbono (**gráfica 3-9**). Este sector y cuatro más —productos de papel, industria química, productos petroleros y productos de minerales no metálicos

como granito y cal— registraron muy altas emisiones de todos los tipos de CAC.

Registro de gases de efecto invernadero, 2005. Debido a que se dispone de pocos datos sobre gases de efecto invernadero por planta, se presentan aquí también los datos de los inventarios nacionales de dichos gases, con el fin de ofrecer un panorama amplio de estas emisiones en cada país. Estos datos son cálculos de todas las fuentes, que por lo general incluyen energía, industria, transporte, residencial, agrícola, residuos, uso del suelo y silvicultura. No obstante, las categorías de fuentes varían ligeramente entre los tres inventarios y, por tanto, no resultan de fácil comparación. Los datos se presentan en unidades equivalentes de CO₂.

Los datos de plantas industriales específicas que presentan registros en Canadá, Estados Unidos y México muestran que ciertas actividades (como la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles, la extracción de petróleo y gas y los rellenos sanitarios) contribuyen con cantidades sustanciales de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en cada uno de los países.

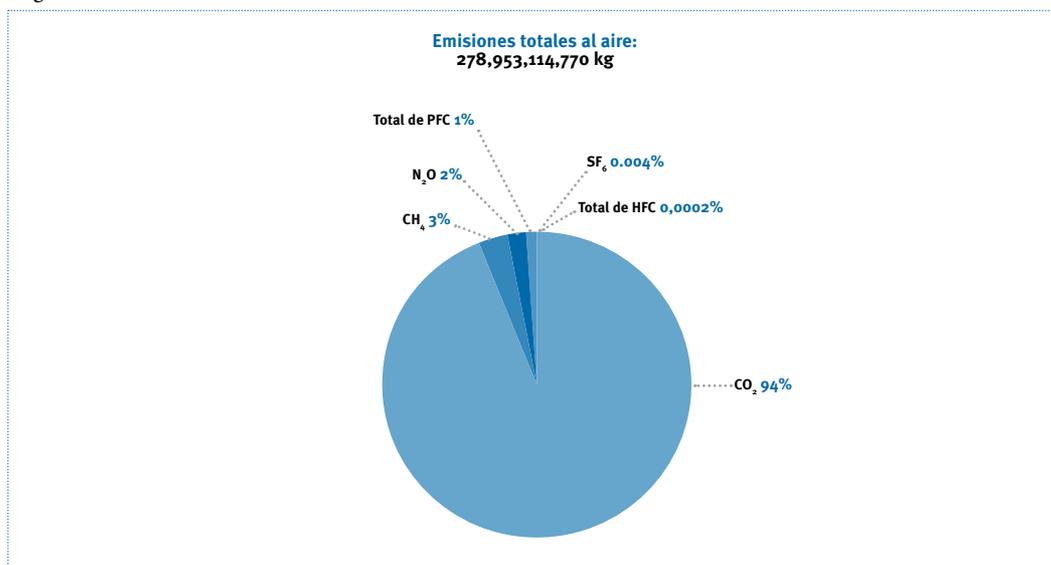
En Canadá las emisiones totales de GEI en 2005 de todas las fuentes se estimaron en 747,000 millones de kilogramos (equivalentes de CO₂).¹²

Se dispone de información por planta específica únicamente para las fuentes industriales que emitieron más de 100,000 toneladas métricas anuales de emisiones equivalentes de CO₂ (gráficas 3-10 y 3-11). Dichas plantas deben presentar registros al programa de registro de emisiones de gases de efecto invernadero <http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/facility_e.cfm> de Canadá.

En 2005, 354 plantas industriales informaron a este programa emisiones por 278,000 millones de kilogramos de GEI (muchas también informaron al NPRI emisiones y transferencias de otros contaminantes). El dióxido de carbono representó 94 por ciento de todas las emisiones de gases de invernadero, seguido del metano y cantidades relativamente menores de óxidos nitrosos y otros gases. Plantas de cuatro sectores contribuyeron con más de 70 por ciento de estos gases en 2005. De esta

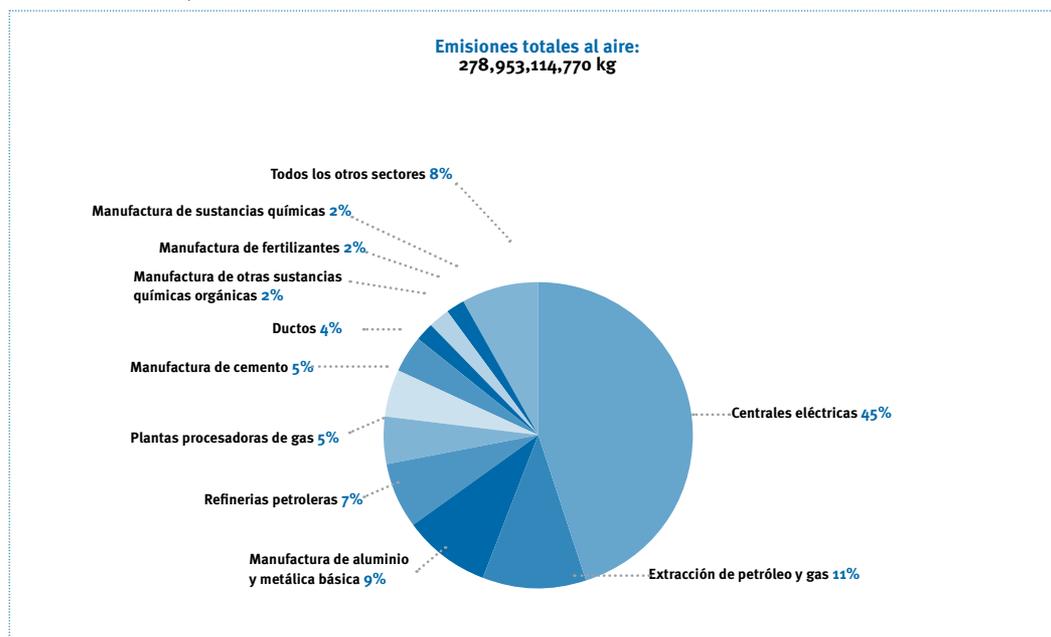
¹² Datos proporcionados por el Inventario de gases de efecto invernadero de Canadá: <http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2005/2005summary_e_cfm> (consulta realizada en diciembre de 2008).

Gráfica 3-10. Gases de efecto invernadero, por clase, informados por las plantas canadienses al Programa de Registro de Emisiones de GEI, 2005



Fuente: GHG Emissions Reporting, <http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/facility_e.cfm> (consulta realizada en diciembre de 2008).

Gráfica 3-11. Registro de gases de efecto invernadero, por sector industrial, Programa de Registro de Emisiones de GEI, 2005



Fuente: GHG Emissions Reporting, <http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/facility_e.cfm> (consulta realizada en diciembre de 2008).

Cuadro 3-17. Registro de gases de efecto invernadero por plantas mexicanas, *RETC*, 2005

| GEI | Emisiones totales (kg equivalentes de CO ₂) | Sectores industriales que contribuyeron con 50 por ciento o más del total |
|----------------------|--|--|
| Dióxido de carbono | 94,546,714,594 | Centrales eléctricas, petróleo, industria química |
| Dióxido de nitrógeno | 99,856,386 | Centrales eléctricas |
| Metano | 76,566,286 | Extracción de petróleo y gas |

Fuente: *RETC*, 2005.**Cuadro 3-18.** Emisiones de gases de efecto invernadero de centrales eléctricas de EU, 2005

| GEI | Emisiones (kg equivalentes de CO ₂) |
|---------------------|---|
| Dióxido de carbono | 2,696 billones kg |
| Metano | 50,169,700 kg |
| Óxidos de nitrógeno | 37,908,063 kg |

Fuente: US Powerplants reference: e-grid 2007 (versión 1.1), <<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/egrid/index.html>>.

cantidad, 122,600 millones de kilogramos (44 por ciento) fueron emisiones de las centrales eléctricas, y 99 por ciento de estas emisiones correspondió a dióxido de carbono. Otro 11 por ciento (alrededor de 30,000 millones de kilogramos) del total fue emitido por 15 plantas de extracción de petróleo y gas, y más de 93 por ciento de estas emisiones fueron dióxido de carbono. En 2005 los productores canadienses de metálica básica emitieron más de 17,000 millones de kilogramos de GEI y los productores de cemento emitieron más de 13,000 millones de kilogramos (la mayoría en ambas industrias fueron dióxido de carbono). Las plantas implicadas en operaciones de relleno sanitario registraron las mayores emisiones de metano en 2005.

En México, el total de emisiones de GEI para 2002 (las estadísticas más recientes disponibles) de todas las fuentes consideradas fue de 643,000 millones de kilogramos (equivalentes de CO₂). De este total, 74 por ciento correspondió a dióxido de carbono, 23 por ciento a metano y 2 por ciento a óxidos nitrosos. Otros gases —hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre— fueron responsables del restante 1 por ciento.¹³

La información por planta específica está disponible únicamente para ciertos establecimientos que presentaron registros al *RETC* por medio de la Cédula de Operación Anual. En 2005, 1,546 plantas del *RETC* informaron sobre emisiones de GEI como se muestra en el **cuadro 3-17**.

Estas plantas emitieron más de 94,000 millones de kilogramos de GEI, 99 por ciento de los cuales fue dióxido de carbono. Las principales fuentes industriales de CO₂ fueron las centrales eléctricas y las industrias petrolera y química. Las centrales eléctricas y la extracción de petróleo y gas también emitieron dióxido de nitrógeno y metano.

En Estados Unidos, las emisiones totales de GEI en 2005 de todas las fuentes consideradas fueron por 7.094 billones de kilogramos (equivalentes de CO₂).¹⁴

La información por planta específica sobre gases de invernadero está disponible únicamente para las centrales eléctricas que emplean petróleo o carbón y sólo respecto de dióxido de carbono, metano y óxidos nitrosos (para las centrales eléctricas de Estados Unidos, véase la fuente del **cuadro 3-18**). En 2005, 4,998 centrales eléctricas emitieron estos

tres gases de efecto invernadero en las cantidades que se muestran en el **cuadro 3-18**.

Las emisiones totales registradas por las centrales eléctricas fueron de 2.696 billones de kilogramos (más de 99 por ciento correspondió a dióxido de carbono), lo que representa 37 por ciento del total de emisiones de GEI de todas las fuentes de Estados Unidos en 2005.

¹³ Datos del *Inventario nacional de gases de efecto invernadero* de México, <<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/489/inventario.pdf>> (consulta realizada en diciembre de 2008).

¹⁴ Datos del inventario estadounidense de gases de invernadero, <<http://www.epa.gov/climatechange/emissions/>> (consulta realizada en diciembre de 2008).

En
balance



Emisiones y transferencias de la industria petrolera en América del Norte, 2005

4

| | |
|---|-----|
| Principales hallazgos | _55 |
| Introducción | _55 |
| Metodología | _56 |
| Identificación de las plantas | _56 |
| Fuentes de datos | _57 |
| Panorama general de la industria petrolera | _57 |
| Escala de la industria petrolera en América del Norte | _58 |
| Cuestiones ambientales y de salud asociadas con la industria petrolera | _59 |
| Marco jurídico ambiental de la industria | _60 |
| Canadá | _60 |
| México | _60 |
| Estados Unidos | _60 |
| Emisiones y transferencias registradas por la industria petrolera de América del Norte, 2005 | _61 |
| Producción de petróleo y gas | _62 |
| Transporte de petróleo y gas por ductos | _70 |
| Refinerías petroleras | _76 |
| Terminales de almacenamiento y distribución de productos petroleros | _85 |
| Emisiones de contaminantes de preocupación especial, 2002-2005 | _92 |
| Reconocimientos | _95 |
| Referencias | _95 |

4

En
balance

Emisiones y transferencias de la industria petrolera en América del Norte, 2005

PRINCIPALES HALLAZGOS

- En 2005, 15,461 plantas de la industria petrolera presentaron informes a los registros de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) de Canadá, Estados Unidos y México. De los cuatro sectores analizados en el presente capítulo —producción de petróleo y gas; transporte de petróleo y gas natural por medio de ductos; refinerías petroleras, y terminales de almacenamiento a granel—, los dos primeros no presentan registros al TRI de Estados Unidos, por lo que se utilizaron datos del Inventario Nacional de Emisiones (NEI) de dicho país para las emisiones atmosféricas de los establecimientos de estos sectores. Tomando en cuenta todas las fuentes de datos, las plantas de Estados Unidos sumaron 11,331, las canadienses 3,867 y las mexicanas 263.
- Las plantas petroleras registraron alrededor de 1,500 millones de kilogramos de contaminantes tóxicos*, casi la cuarta parte de los 5,500 millones de kilogramos registrados por todos los sectores en 2005 (capítulo 3). El ácido sulfhídrico —registrado únicamente por las plantas canadienses— dio cuenta de alrededor de 1,360 millones de kilogramos (90 por ciento) de esta cantidad, mientras que una variedad de otras sustancias tóxicas compusieron el resto.
- Además de los contaminantes tóxicos, la industria petrolera emitió aproximadamente 3,700 millones de kilogramos de contaminantes atmosféricos de criterio, grupo de sustancias asociado con diversos aspectos de salud y medio ambiente. Aunque por lo general no se dispone de datos por planta sobre las emisiones de gases de efecto invernadero del sector petrolero, los datos por país que se presentan en el capítulo 3 indican que esta industria contribuyó asimismo con grandes cantidades de dichos gases en 2005.
- El análisis de informes compatibles de las refinerías y terminales de almacenamiento canadienses y estadounidenses para el cuatrienio de 2002 a 2005 muestra que tales establecimientos emitieron —en sitio y fuera de sitio, con frecuencia al aire y el agua— un promedio anual de unos siete millones de kilogramos de carcinógenos y sustancias que afectan el desarrollo o la reproducción.
- En cada uno de los cuatro sectores de la industria petrolera analizados en este capítulo, alrededor de 30 sustancias dieron cuenta de la mayor parte del total de emisiones y transferencias; en todos los casos, la mayoría correspondió a los contaminantes atmosféricos de criterio. Al igual que ocurre con el registro de CAC, algunas de las sustancias tóxicas registradas en grandes cantidades en uno de los programas RETC no estuvieron consideradas en los otros. El ácido sulfhídrico es un ejemplo: este contaminante fue el de mayores emisiones registradas por las plantas canadienses, pero no estuvo sujeto a informes en el TRI ni en el NEI de Estados Unidos. En México, el ácido sulfhídrico figura en la lista de sustancias que deben informarse al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC); sin embargo, ninguna planta de la industria petrolera mexicana registró tales emisiones en 2005.
- Las diferencias en los requisitos de registro y las grandes variaciones en los informes generan lagunas en el panorama de la contaminación derivada de la industria petrolera de América del Norte. Estos hallazgos pueden aprovecharse para avanzar en los esfuerzos de los tres gobiernos para mejorar la confiabilidad y la comparabilidad de los datos de los RETC de la región, así como en el establecimiento de áreas prioritarias para ulteriores acciones de prevención y reducción de la contaminación.

Introducción

El petróleo es un recurso no renovable que se encuentra en la naturaleza, una importante fuente de energía y una fuente de la que se derivan sustancias químicas y plásticos que se convierten en productos de consumo. Una gran cantidad de personas e industrias en toda América del Norte participa en la exploración, producción, refinación y transporte del petróleo. Algunas de estas plantas nos resultan familiares; por ejemplo, la batería de grandes tanques de almacenamiento de petróleo y gas en algunas ciudades o las refinerías que se agrupan a lo largo de las costas de Texas y Louisiana. Otras instalaciones son menos visibles, como los miles de kilómetros de ductos bajo tierra y las estaciones compresoras asociadas que ayudan a transportar el gas, el petróleo y los productos petroleros. Visibles o no, cada una de estas plantas cumple una función necesaria para que los productos petroleros lleguen a los mercados de América del Norte y, cada una, representa también desafíos ambientales.

En el presente capítulo se analizan las emisiones y transferencias registradas en 2005 por cuatro sectores de la industria petrolera de América del Norte: producción de petróleo y gas, transporte de petróleo y gas por medio de ductos, refinerías petroleras y terminales de almacenamiento a granel. Más en particular, el capítulo incluye:

- una descripción de la industria petrolera de América del Norte y sus principales campos de actividad (sectores);
- el análisis de las cuestiones asociadas en materia de medio ambiente y salud;
- una descripción del entorno regulatorio vigente en cada país;
- un análisis de las emisiones y transferencias de contaminantes registradas por cada uno de los sectores petroleros en cada país, y
- un análisis de los contaminantes de preocupación especial emitidos entre 2002 y 2005 por las refinerías y terminales de almacenamiento canadienses y estadounidenses.

* Los términos “contaminantes tóxicos” o “sustancias tóxicas” se usan para distinguir todos los contaminantes incluidos en los RETC del grupo de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC).

La presente investigación de las emisiones y transferencias de las actividades petroleras de América del Norte en 2005 muestra que esta industria contribuyó con 1,500 millones de kilogramos, alrededor de la cuarta parte de los 5,500 millones de contaminantes tóxicos registrados por todos los sectores en dicho año (**capítulo 3**). Un contaminante, el ácido sulfhídrico, representó al menos 90 por ciento de esta cantidad, mientras que el resto se repartió entre otras sustancias. La industria petrolera emitió también alrededor de 3,700 millones de contaminantes atmosféricos de criterio, grupo asociado con diversas cuestiones de salud y medio ambiente. La revisión de informes comparables de las refinerías y terminales de almacenamiento canadienses y estadounidenses entre 2002 y 2005 genera un hallazgo más: se emitió un promedio anual de alrededor de siete millones de kilogramos de sustancias cancerígenas y sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción.

Al complementar los datos de los RETC con los de otras fuentes disponibles sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio y otros contaminantes tóxicos, *En balance* presenta el panorama más completo a la fecha de las emisiones y transferencias de la industria. Sin embargo, aunque el panorama muestra algunas similitudes en el sector petrolero que presenta registros en Canadá, Estados Unidos y México, muestra también importantes lagunas en los registros RETC para esta industria. Para sustancias como los contaminantes atmosféricos de criterio, por ejemplo, fue posible encontrar datos de otras fuentes y así complementar los de los RETC, pero persisten importantes lagunas en el caso de otros contaminantes, como el ácido sulfhídrico, con grandes cantidades registradas en un país.

Las discrepancias en el perfil del sector petrolero de cada uno de los países subrayan los efectos de las diferencias en los requisitos de registro en los RETC nacionales, como una cobertura incompleta de los contaminantes, además de la falta de registro en algunas plantas y sectores. Los hallazgos de este capítulo especial sobre la industria petrolera resultarán de particular interés en los esfuerzos continuos de los tres programas RETC para mejorar la confiabilidad y comparabilidad de los datos de América del Norte y asignar prioridad en áreas que

requieran acciones ulteriores orientadas a prevenir y reducir la contaminación.

Metodología

El presente capítulo se elaboró principalmente mediante el análisis de los datos de los RETC, otros datos por planta, informes gubernamentales y de la industria, así como entrevistas con representantes de plantas y asociaciones; se aplicó también un proceso de revisión editorial de pares.¹

Identificación de las plantas

Las plantas de la industria petrolera mencionadas en este capítulo se identificaron por medio de los códigos del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) y, también, listas del sector industrial, revisión de informes de las operaciones de las plantas y conversaciones con los funcionarios de los programas RETC.

¹ Para este informe, 18 plantas —ocho de Canadá, siete de Estados Unidos y tres de México— aceptaron entrevistas sobre sus operaciones, políticas ambientales y sistemas de gestión, y prácticas de control de la contaminación. La CCA agradece a los representantes de esas instalaciones que generosamente concedieron parte de su tiempo para responder a las preguntas (se enlistan en la última sección de este informe). La información obtenida de estas entrevistas ayudaron a poner en claro las operaciones de las plantas, y muchas de las observaciones a lo largo de este capítulo provienen de dicho material.

El TRI de Estados Unidos emplea hasta seis códigos industriales para cada sustancia química registrada por una planta. Las instalaciones se identificaron con base en estos códigos, que incluyeron tanto el de la Clasificación Industrial Estándar (*Standard Industrial Classification, SIC*) presentado en 2005 como el código SCIAN empleado en 2006. Se usó además una lista específica² para buscar refinerías en la base de datos del TRI. La lista inicial de refinerías se envió para revisión a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Si, además de las operaciones de refinería, la planta había registrado un código del sector de fabricación de productos químicos, se le clasificó como refinería petroquímica.

El NPRI canadiense asigna un código industrial por planta (el del SCIAN, seguido del código SIC de Estados Unidos), y las plantas se identificaron con base en ambos códigos. La lista de las plantas refinadoras se complementó con información de la Asociación Canadiense de Productores de Petróleo.³ El ministerio de Medio Ambiente de Canadá revisó la información y confirmó las clasificaciones del caso para las refinerías petroquími-

² Véase <<http://www.eia.doe.gov/neic/rankings/refineries.htm>>.

³ Véase <<http://www.capp.ca>>.

Cuadro 4-1. Códigos SCIAN empleados para identificar plantas que presentan registros a los RETC y al inventario de emisiones de Estados Unidos

| | Código RETC, SCIAN | Código SIC de EU | Código SCIAN (NEI de EU) | Descripción del SCIAN (NEI de EU) |
|--|------------------------|------------------|--------------------------|--|
| Extracción (producción) de petróleo y gas | | | | |
| NPRI* | 211113, 211114, 213118 | 13 | 21111/1 | Extracción de petróleo crudo y gas natural |
| RETC | 211110, 213111, 213119 | | 21112 | Extracción de gas natural líquido |
| | | | 21311/1 | Perforación de pozos petroleros y de gas |
| | | | 21312 | Actividades de apoyo a las operaciones petroleras y de gas |
| Ductos | | | | |
| NPRI | 486110, 486210, 486990 | 4612, 4922 | 48611/0 | Transporte de petróleo crudo por ductos |
| RETC | 486110, 486210, 486990 | | 48621/0 | Transporte de gas natural por ductos |
| | | | 48691/0 | Transporte por ductos de productos refinados del petróleo |
| Refinerías petroleras y petroquímicas | | | | |
| NPRI* | 324110 | 2911 | | Refinerías petroleras |
| RETC | 324110 | | | Refinerías petroleras |
| TRI | 324110 | 2911 | | Refinerías petroleras |
| Terminales de almacenamiento | | | | |
| NPRI | 412110, 493190 | 5171 | | Mayoristas y distribuidores de productos petroleros |
| RETC | 49311 | | | Otro tipo de bodegas y almacenamiento |
| TRI | 424710 | 5171 | | Almacenamiento general sin instalaciones especializadas |
| | | | | Estaciones y terminales petroleras |

*Tres mejoradoras canadienses de arenas bituminosas están clasificadas como extracción o producción no convencional de petróleo y gas. Una mejoradora de petróleo pesado está clasificada como refinería.

cas, las de petróleo pesado y las mejoradoras en el caso de las arenas bituminosas.

El *RETC* de México asigna un código SCIAN por planta e incluye una breve descripción de la actividad principal. La identificación del sector de la planta se realizó con base en el código SCIAN únicamente.

En el **cuadro 4-1** se presentan las actividades petroleras específicas y su correspondiente sector industrial.⁴ En virtud de la metodología utilizada, el número de plantas que presentaron registro en cada sector puede ofrecer variaciones respecto del que figura en el **capítulo 3**.

Fuentes de datos

Tanto en Canadá como en México las plantas de los cuatro sectores analizados en este capítulo presentan registros de sus emisiones y transferencias de sustancias tóxicas a sus respectivos *RETC*. Muchas de ellas informan también sobre emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio. Las plantas mexicanas registran estos últimos en su Cédula de Operación Anual (COA). En el presente informe el término *contaminantes atmosféricos de criterio* se refiere a los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, los compuestos orgánicos volátiles, los óxidos de azufre y las partículas suspendidas (PM_{2.5}, PM₁₀ y PM totales).

Las plantas estadounidenses de producción de petróleo y gas⁵ no están obligadas a presentar registros al TRI. En el caso de estas plantas, los datos sobre contaminantes atmosféricos peligrosos (CAP) registrables en el TRI, y sobre contaminantes atmosféricos de criterio, se obtuvieron del Inventario Nacional de Contaminantes (*National Emissions Inventory*, NEI) de 2005 (versión 2, octubre de 2008). Los datos sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio de las refinerías y terminales de almacenamiento (sectores que presentan registros al TRI) se obtuvieron también del NEI. Estos datos los presentan a la EPA principalmente las dependencias locales, estatales y regionales, de manera que los umbrales para los

contaminantes atmosféricos pueden variar respecto de los del TRI.

En México, las plantas informan también al *RETC* sobre sus emisiones de gases de efecto invernadero pero, debido a la escasez de los correspondientes datos por planta tanto en Canadá como en Estados Unidos, estos contaminantes no se incluyeron en este capítulo. En el **capítulo 3**, sin embargo, se presenta un análisis de las principales fuentes de emisiones de GEI, incluidas las de la industria petrolera.

Las emisiones de contaminantes de preocupación especial (carcinógenos conocidos o presuntos y sustancias que afectan el desarrollo y la reproducción) se analizan mediante datos derivados de las emisiones en sitio y fuera de sitio de refinerías petroleras y terminales de almacenamiento canadienses y estadounidenses para el periodo de registro 2002-2005. Se utilizaron únicamente los datos de contaminantes comunes en ambos países y cuyo registro es comparable en el periodo. Este análisis no incluye a México debido a que los datos del *RETC* disponibles son únicamente de 2004 y 2005. También se excluyó la producción de petróleo y gas y el transporte en ductos debido a que

en Estados Unidos estos sectores no presentan registros al TRI.

Se recuerda a los lectores que cada país tiene sus requisitos específicos de registro ante el *RETC* nacional y ello incluye los contaminantes que deben registrarse, los umbrales específicos por sustancia y el umbral de 10 o más empleados de tiempo completo en Canadá y Estados Unidos (con excepción de los ductos y terminales de almacenamiento canadienses). Por ello, en el presente capítulo se presentan todos los datos registrados en cada país pero, debido a los requisitos de registro, no se cubren todas las fuentes. En el **capítulo 2** se describen en mayor detalle los requisitos de registro de los *RETC* nacionales.

Panorama general de la industria petrolera

Petróleo es el nombre que recibe la mezcla típica de petróleo y gas que se descubre en estado natural. La mayor parte del petróleo se encuentra en poros de la roca sedimentaria del subsuelo profundo; los depósitos contienen principalmente petróleo crudo, una mezcla de petróleo y gas natural o principalmente gas natural. Antes de que las actividades

Exploración de petróleo y gas

En la etapa de exploración se efectúan amplios estudios geológicos para determinar los sitios de perforación en que es más factible encontrar posibles pozos productivos. Al iniciar la perforación, los resultados se verifican de manera estrecha para determinar si el pozo puede producir suficiente petróleo (o gas natural) de la calidad mínima indispensable para hacerlo financieramente viable. El pozo se completa si los resultados son promisorios; de lo contrario, la plataforma de perforación se desmantela y traslada a otro sitio.

En los tres países hay miles de pozos petroleros y de gas inutilizados o abandonados. Si a éstos no se les cierra o sella de modo adecuado, los contaminantes de la superficie pueden filtrarse a los mantos freáticos y representar un peligro para los seres humanos y la vida silvestre. De hecho, en las inmediaciones de los pozos se localizan con frecuencia grandes áreas de fluidos y lodo de perforación salinos y contaminados. En la situación ideal, el pozo en desuso se cubre, al igual que los ductos del caso, se traslada el equipo de superficie, se da tratamiento a los lodos de perforación, se regenera la vegetación del terreno y se crea y mantiene un archivo cuidadoso de cada uno de los pasos dados (CAPP, 2007).

Las plantas que se ocupan de la exploración petrolera y de gas no presentan registros en ninguno de los tres programas *RETC* de América del Norte, por lo que no se dispone de datos para su inclusión en el presente capítulo.

⁴ El término *sector* se utiliza en este capítulo para designar los cuatro grupos principales de las actividades de la industria petrolera: producción, ductos, refinación y terminales de almacenamiento.

⁵ La producción de petróleo y gas se denomina "extracción" o "extracción y producción". En aras de la simplicidad en este capítulo se usa el término *producción de petróleo y gas*.

petroleras puedan iniciarse, se realizan amplios estudios geológicos para determinar los sitios de perforación factibles de convertirse en pozos productivos. Se inicia entonces la perforación, cuyos resultados se analizan de modo estrecho para determinar si el pozo puede producir suficiente petróleo (o gas natural) de la calidad mínima indispensable para resultar financieramente costeable. El pozo se completa si los resultados son promisorios; de lo contrario, la plataforma de perforación se desmantela para su traslado a otro sitio.

Luego de una exploración exitosa, es todavía larga la ruta entre los campos de petróleo y gas y la estación de gasolina o el uso de bolsas de poliuretano en el supermercado. Las actividades o sectores posteriores de la industria petrolera pueden dividirse en los sectores “hacia arriba” o preliminares (extracción, producción y procesamiento del petróleo y el gas) y sectores “hacia abajo” o de elaboración (refinación adicional, fabricación y venta de productos de petróleo y gas). El presente capítulo contiene un perfil de los contaminantes emitidos y transferidos por cuatro sectores del sector petrolero de América del Norte: producción de petróleo y gas, transporte por ductos, refinación de petróleo y terminales para almacenamiento y distribución de productos.

Escala de la industria petrolera en América del Norte

La industria petrolera es un impulsor económico importante en los tres países de América del Norte. De hecho, abastece alrededor de dos tercios de las necesidades energéticas de Canadá y Estados Unidos (Centre for Energy, 2008d; IER, 2008). La industria petrolera de México abastece 86 por ciento de las necesidades energéticas del país (EIA, 2008b).

Las empresas petroleras pueden optar por el modelo de integración vertical, con operaciones en todos los aspectos relacionados con el petróleo —desde la exploración, la producción y el procesamiento hasta la venta final— o bien pueden seguir el modelo de especialización en una de las partes del ciclo de producción del petróleo (por ejemplo, los ductos) o en uno de los productos (por ejemplo, el gas natural). Canadá y Estados Unidos comparten algunas de las mismas empresas petroleras multinacionales. En 1938 México nacionalizó las petroleras extranjeras asentadas en el país para crear Pemex, en la actualidad una de las mayores

empresas del ramo en el mundo. Pemex tiene los derechos exclusivos de desarrollo de las reservas energéticas de México, principalmente petróleo y gas, y es una empresa integrada que se ocupa de todos los aspectos de las actividades petroleras y de gas. La industria petrolera está también estrechamente integrada con el sector de fabricación de sustancias químicas, debido a que los productos petroleros generan muchas de las materias primas y de abasto para los procesos y productos químicos.

En 2005, alrededor de 25 por ciento de los ingresos de la industria petrolera canadiense se asignó a los gobiernos locales, provinciales y federal, en forma de impuestos y derechos (Centre for Energy, 2008d). Muchos de los campos petroleros y de gas se ubican en áreas en que el recurso es propiedad de los ciudadanos, en cuyo nombre lo manejan los gobiernos provinciales. Desde el inicio del decenio de los noventa, individuos o empresas no pueden comprar los derechos sobre minerales: sólo arrendarlos. Por ello, los derechos minerales de más de 90 por ciento del territorio de Canadá son actualmente de propiedad gubernamental. Alrededor de 97 por ciento de la extracción de petróleo y gas en Canadá se realiza en la cuenca sedimentaria occidental, ubicada principalmente en la mayor parte del territorio de la provincia de Alberta y partes de Columbia Británica, Saskatchewan, Manitoba y los Territorios del Noroeste (Centre for Energy, 2008a). Alberta produjo 68 por ciento del petróleo de Canadá en 2007 (EIA, 2008a).

En México, los ingresos petroleros representaron más de la tercera parte de los ingresos gubernamentales totales y alrededor de 15 por ciento de los ingresos por exportaciones del país en 2007 (EIA, 2008b). Los campos petroleros son en términos jurídicos propiedad del pueblo de México bajo administración del gobierno federal, que recibe los ingresos correspondientes. Alrededor de 80 por ciento del petróleo de México se origina en instalaciones fuera de costa, como Cantarell, ubicada en la Sonda de Campeche en el golfo de México. En 2004 en estos campos petroleros se originó alrededor de 61 por ciento del total de petróleo crudo de México (Pemex, 2007). En 2005 la producción de las plataformas marítimas petroleras de México se interrumpió unos días con la llegada del huracán *Emily* (EIA, 2008b).

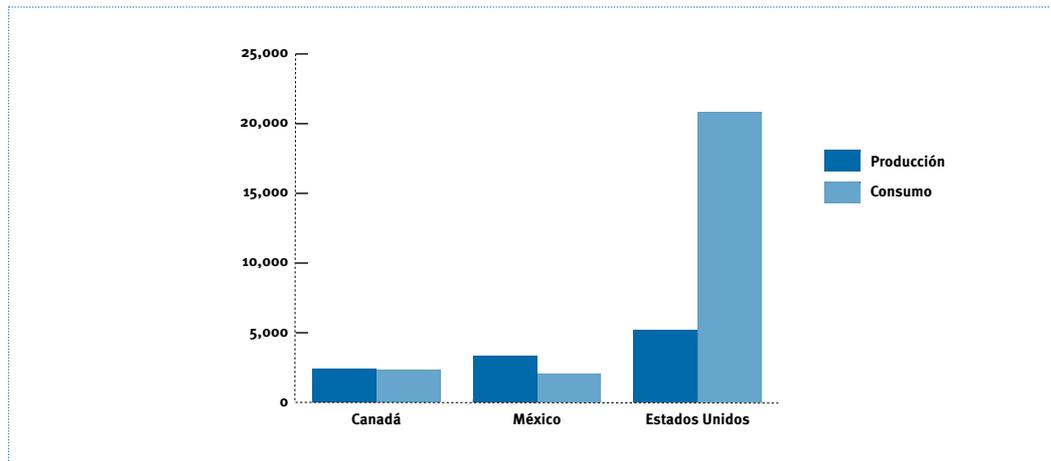
En Estados Unidos, por lo general los campos petroleros y de gas son de propiedad privada o se sujetan a arrendamiento cuando se ubican en terrenos federales, estatales o tribales, en cuyo caso se pagan derechos con base en el volumen producido. En 2005 los derechos sumaron alrededor de 8,700 millones de dólares estadounidenses (MMS, 2008). Las principales áreas productoras de crudo en Estados Unidos se ubican en las áreas federales fuera de costa en el golfo de México y en California (que dan cuenta de la cuarta parte de la producción de dicho país), además de Texas y Alaska. Texas produce la mayor cantidad de gas natural: posee la cuarta parte de las reservas probadas en Estados Unidos. Wyoming tiene las segundas mayores reservas (EIA, 2008c). Algunas de las 158 refinerías petroleras estadounidenses resultaron afectadas en 2005 por el huracán *Katrina* que tocó en agosto las costas estadounidenses del golfo y provocó el cierre temporal de las refinerías a lo largo de las costas de Texas a Florida.

En 2005, Estados Unidos fue el mayor productor de petróleo crudo en América del Norte (cinco millones de barriles diarios), seguido de México (tres millones de barriles diarios) y Canadá (2.6 millones de barriles al día) (**gráfica 4-1**). La producción de Estados Unidos fue la tercera mayor del mundo, sólo después de la de Rusia y Arabia Saudita. Además de ser un gran productor de petróleo, Estados Unidos es el principal importador petrolero mundial: 3,950 millones de barriles de petróleo crudo en 2005, más del doble del que produce (EIA, 2006).

Tanto México como Canadá figuran entre los 10 principales exportadores de petróleo del mundo. De México proviene 11 por ciento de las importaciones estadounidenses y 18 por ciento de Canadá (IER, 2008). Aunque Canadá es un país exportador neto de petróleo, principalmente hacia Estados Unidos, importa también cantidades importantes de petróleo crudo y productos refinados (EIA, 2008a).

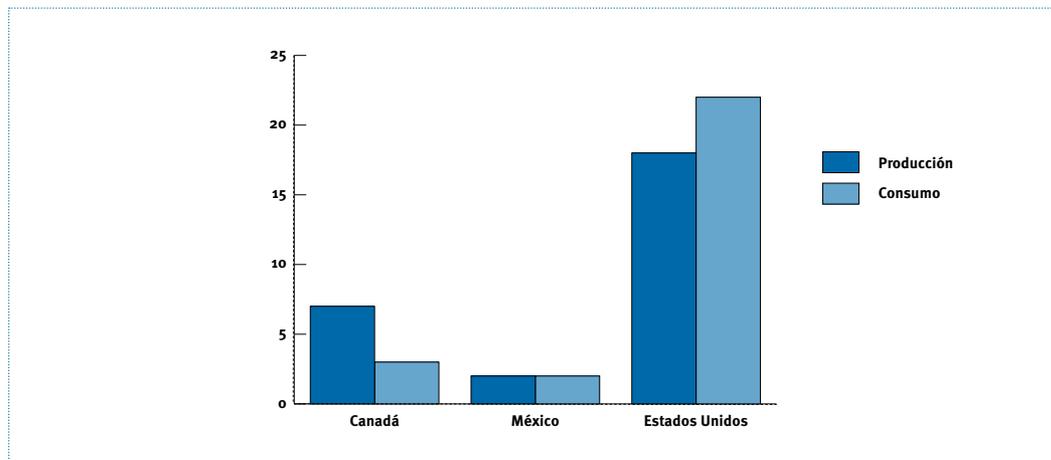
México exporta 57 por ciento de su petróleo crudo, principalmente a Estados Unidos, país que también importa productos refinados mexicanos, como petróleo residual, nafta y componentes para mezcla en la gasolina. A pesar de ser uno de los principales exportadores mundiales de crudo, México es también importador neto de productos de petróleo refinado, de los cuales la gasolina representa alrededor de la mitad (EIA, 2008b).

Gráfica 4-1. Producción y consumo de petróleo en América del Norte, 2005 (miles de barriles por día)



Fuente: EIA, 2006.

Gráfica 4-2. Producción y consumo de gas natural en América del Norte, 2005 (mil millones de pies cúbicos)



Fuente: EIA, 2006.

Respecto de la producción de gas natural, Estados Unidos fue en 2005 el segundo mayor productor del mundo con 18,400 millones de pies cúbicos anuales, seguido de Canadá con 6,500 millones de pies cúbicos (**gráfica 4-2**). Estados Unidos es también el mayor importador mundial de gas natural. Canadá exporta una gran cantidad de gas natural (segundo en escala mundial), principalmente a Estados Unidos. México produjo 1,700 millones de pies cúbicos de gas natural en 2005, pero importó también grandes cantidades (EIA, 2008b).

Cuestiones ambientales y de salud asociadas con la industria petrolera

Cada sector de la industria petrolera se asocia con cuestiones ambientales y de salud que pueden tener efectos locales, regionales, nacionales o mundiales. Estas cuestiones se derivan de las diversas condiciones de operación y las etapas de la producción, e incluyen:

- emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos y otras sustancias;
- emisiones al agua: descarga de contaminantes en lagos, ríos y mantos freáticos, incluidas las escorrentías de aguas de tormenta;
- uso de agua para perforación, procesamiento y refinación;
- derrames de los ductos, del transporte, de las refinерías y otras operaciones;
- químicos y materiales residuales que requieren tratamiento y disposición, y
- uso de suelo, por ejemplo en depósitos de decantación de residuos, recuperación de suelos y pozos abandonados.

La industria petrolera genera diversas sustancias que pueden dar lugar a múltiples efectos ambientales y de salud, entre otras:

- contaminantes atmosféricos de criterio, por ejemplo óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre (asociados con el smog, la lluvia ácida, niebla y efectos respiratorios) y polvo, también denominado partículas suspendidas o material particulado (asociadas con problemas respiratorios);

- metales y contaminantes orgánicos, como plomo, mercurio y benceno, asociados con la contaminación ambiental (y algunos considerados como sustancias cancerígenas, dañinas para el desarrollo y la reproducción, o tóxicas persistentes y bioacumulables);

- gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano.

Marco jurídico ambiental de la industria

La industria petrolera de cada país está regulada por diversos reglamentos, leyes y programas. En esta sección se resume dicho marco jurídico.

Canadá

La principal ley federal ambiental, la Ley Canadiense de Protección Ambiental (*Canadian Environmental Protection Act*, CEPA), incluye diversas iniciativas específicas pertinentes para la industria petrolera. Por ejemplo, algunas de las sustancias emitidas por la industria petrolera, como el benceno, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (en algunos casos también denominados “compuestos aromáticos policíclicos”) y las dioxinas y furanos, se consideran “tóxicas” en términos de la CEPA.

En diciembre de 2006, el gobierno federal anunció un nuevo método de gestión de las sustancias químicas en Canadá, que incluye el Enfoque Integral del Sector Petrolero (*Petroleum Sector Stream Approach*). Este enfoque se concibió para evaluar y gestionar 160 sustancias químicas relacionadas con la industria petrolera que se han identificado como de alta prioridad en términos del proceso de categorización de la CEPA. Se recolectan datos sobre el uso y las emisiones de estas 160 sustancias y con base en dichos datos se efectúan las evaluaciones necesarias y, de ser el caso, el documento de gestión de riesgo. El NPRI cumple también una función de apoyo en la evaluación de las sustancias (por ejemplo, los contaminantes atmosféricos de criterio) para la elaboración de reglamentos en términos de la Agenda Reglamentaria Pro Aire Limpio (*Clean Air Regulatory Agenda*, CARA). En la actualidad, las empresas petroleras están en la primera etapa del proceso, cuya conclusión se espera en 2010.

La industria petrolera está también regida por leyes, reglamentos y programas provinciales para limitar las emisiones y descargas de contaminantes tóxicos. En coordinación con las provincias y territorios canadienses, el Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (*Canadian Council of Ministers of the Environment*, CCME) cumple una función importante en el establecimiento de directrices nacionales sobre la contaminación atmosférica, las sustancias químicas y la gestión de residuos.

México

Son varias las leyes federales mexicanas que norman los contaminantes que se emiten al aire, el agua y el suelo, entre otras la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la Ley de Aguas Nacionales, todas las cuales se aplican a las operaciones de la industria en general. Además, las refinerías petroleras deben cumplir con las normas sobre emisiones máximas permitidas para compuestos orgánicos volátiles y compuestos de azufre. El gobierno mexicano ha descentralizado a los gobiernos estatales y, en algunos casos, a los municipios muchos de los reglamentos ambientales y su aplicación.

Las plantas bajo jurisdicción federal deben presentar una Cédula de Operación Anual (COA) en la que se recopilan los informes sobre las emisiones y transferencias de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, así como la producción y transferencia de materiales químicos y residuos peligrosos, lo que incluye datos sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio y sobre contaminantes en las aguas residuales. El *RETC* es la sección de la COA que requiere la presentación de registros sobre las emisiones y transferencias de 104 sustancias específicas. La industria petrolera está entre las de jurisdicción federal.

Entre las normas mexicanas recientes sobre la contaminación en el sector de petróleo y gas se incluyen las especificaciones para la protección ambiental durante la perforación y el mantenimiento de los pozos petroleros y para la eficiencia mínima y controles de emisión o recuperación de azufre en

las unidades de desulfurización de las plantas de gas. A partir de 2005, México ha publicado también normas ambientales nuevas para el transporte y la distribución de petróleo y petroquímicos, recuperación de azufre en las refinerías petroleras, criterios para determinar las concentraciones de metales pesados en suelo contaminado y actividades de exploración petrolera en las zonas marinas del país.

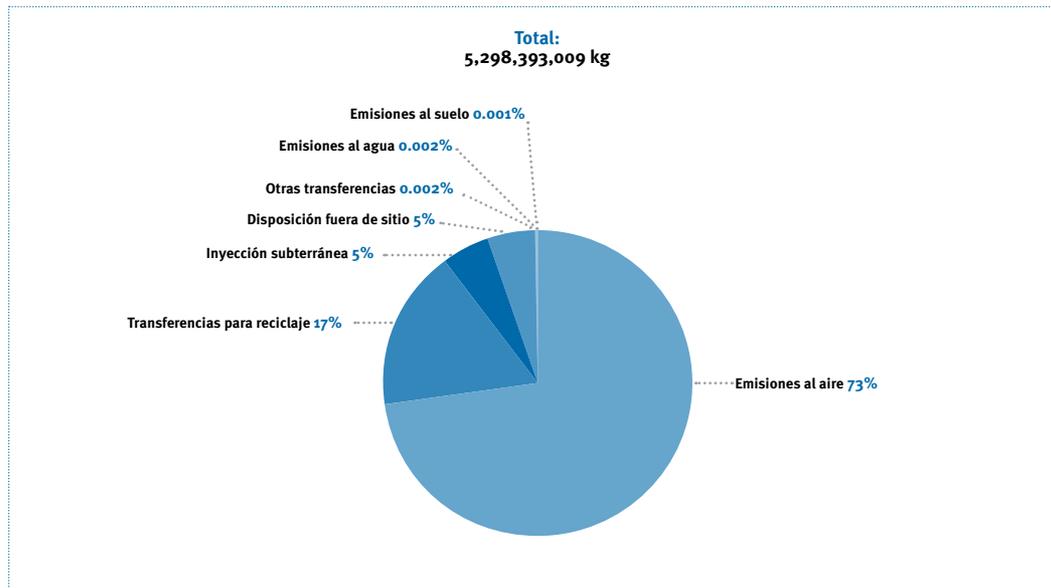
Estados Unidos

Las plantas petroleras en Estados Unidos están sujetas a diversos requisitos legales y reglamentarios, como las leyes de Aire Limpio y de Agua Limpia. La Ley de Aire Limpio (*Clean Air Act*, CAA) establece normas nacionales sobre la calidad del aire ambiente respecto de contaminantes atmosféricos, establece límites a las emisiones y otro tipo de contaminantes en fuentes industriales específicas y requiere que las plantas obtengan los permisos respectivos. Muchos estados, gobiernos locales y naciones indígenas participan en la aplicación de esta ley.

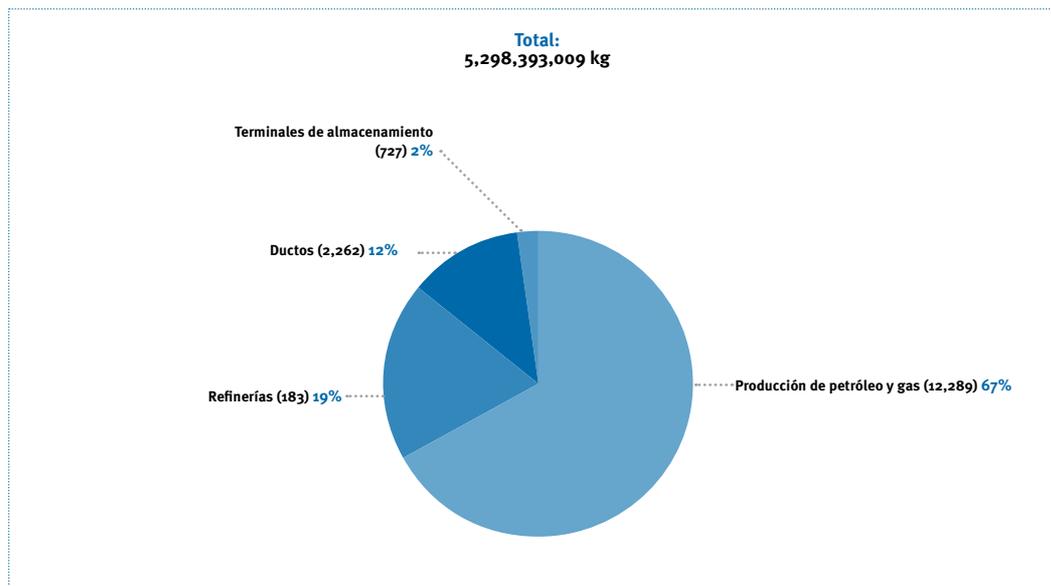
Reformas a la CAA facultan a la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos para regular las fuentes de 188 sustancias identificadas como contaminantes atmosféricos peligrosos (CAP). Tres sectores petroleros —producción de petróleo y gas, refinerías petroleras y transporte y almacenamiento— se identificaron como fuentes de CAP, por lo que la EPA elaboró reglamentos para controlar las emisiones en las principales fuentes con base en la tecnología de control de máximos resultados (*maximum achievable control technology*, MACT) empleada en la industria. Se establecieron también normas nacionales de emisiones de CAP para estas actividades petroleras. Ocho años después de establecidas las normas MACT para una categoría de fuente, la EPA debe hacer una revisión para determinar si existen riesgos residuales y, de ser necesario, ajustar las normas para corregir dicho riesgo.

Las plantas que generan, manejan, transportan y eliminan residuos peligrosos deben también proporcionar información sobre sus actividades a las dependencias ambientales estatales. Esta información se transmite posteriormente a la EPA y se pone a disposición pública mediante el sistema de información de

Gráfica 4-3. Emisiones y transferencias registradas por las plantas petroleras de América del Norte, 2005



Gráfica 4-4. Emisiones y transferencias registradas por sector de la industria petrolera de América del Norte, 2005



la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act*).

Emisiones y transferencias registradas por la industria petrolera de América del Norte, 2005

Esta sección presenta la descripción y el perfil de las emisiones y transferencias registradas por cuatro sectores de la industria petrolera de América del Norte de los que se dispone de datos: producción de petróleo y gas, transporte por ductos, refinerías petroleras, y terminales de almacenamiento y distribución de productos.

Como se indicó, las actividades de exploración de petróleo y gas no están sujetas a los registros RETC y, por tanto, no pueden presentarse datos sobre las emisiones y transferencias de dicho sector.

Como se muestra en la **gráfica 4-3**, las plantas de América del Norte en lo que toca a los cuatro sectores petroleros registraron emisiones y transferencias de contaminantes por alrededor de 5,300 millones de kilogramos en 2005 (sólo se dispone de datos de emisiones atmosféricas para las plantas estadounidenses de producción de petróleo y gas y el sector de ductos). Más de 3,800 millones de kilogramos fueron emisiones atmosféricas y más de 99 por ciento de esta cantidad (3,700 millones de kilogramos) fue de contaminantes atmosféricos de criterio.⁶

En la **gráfica 4-4** aparecen las emisiones y transferencias por sector de la industria petrolera de América del Norte de 15,461 plantas que presentaron registros en 2005. Las plantas estadounidenses dieron cuenta de alrededor de 73 por ciento del total de las que presentaron registros, las canadienses de 25 por ciento y las mexicanas de 2 por ciento. Si se incluyen las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio, las plantas de producción de petróleo y gas contribuyeron con más de dos tercios del total de las emisiones y transferencias.

⁶ Los datos presentados en este capítulo excluyen las emisiones de gases de efecto invernadero porque no se dispone de datos comparables de emisiones de GEI por planta para los tres países. El número de plantas que presentaron informes también excluye las instalaciones mexicanas que registraron sólo emisiones de GEI en 2005.

Al excluir los contaminantes atmosféricos de criterio y tomar en cuenta únicamente los registros de contaminantes tóxicos, el total registrado en 2005 disminuye de alrededor de 5,300 millones de kilogramos a un poco más de 1,500 millones. De esta cantidad, el ácido sulfhídrico representó alrededor de 1,360 millones de kilogramos. Las plantas de producción de petróleo y gas dieron cuenta de 93 por ciento del total registrado de contaminantes tóxicos. Como se indica en la **gráfica 4-4**, en 2005 fueron 15,461 las plantas que presentaron registros tanto de sustancias tóxicas contaminantes como de contaminantes atmosféricos de criterio, mientras que 8,730 plantas únicamente registraron sustancias tóxicas contaminantes, con la mayor parte del decremento en el sector de producción de petróleo y gas (**gráfica 4-5**).

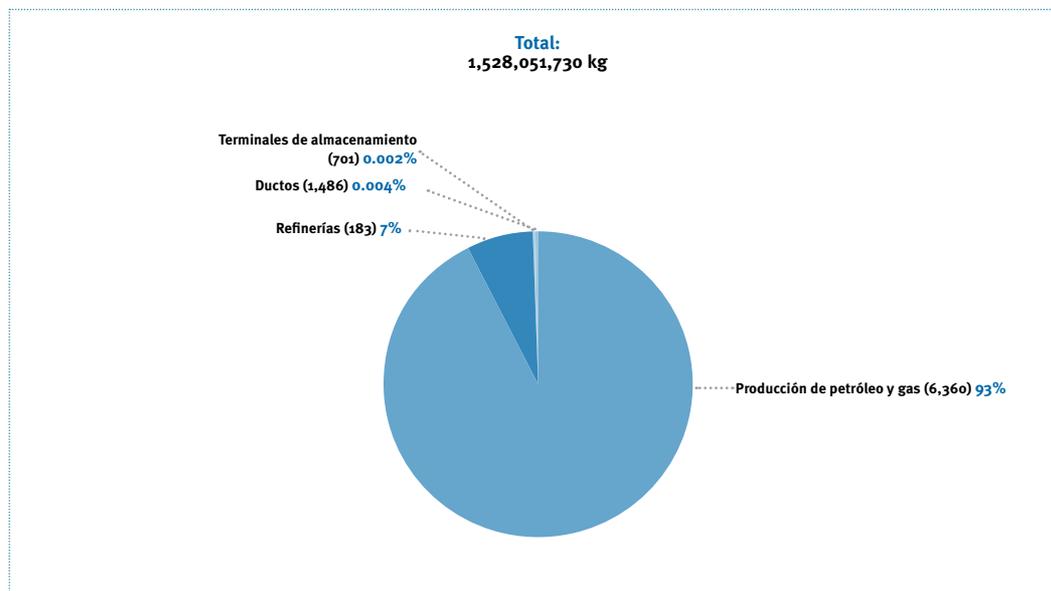
Producción de petróleo y gas

El petróleo y el gas se encuentran acumulados en los poros y fracturas de ciertas rocas sedimentarias, como agua en una esponja. Luego de la exploración, si el depósito de petróleo y gas se considera económicamente viable, el pozo se prepara para la producción, lo que implica encasquillarlo, perforar el revestimiento y bombear el petróleo que se filtra de las perforaciones hacia el revestimiento. Un campo petrolero se compone, por lo general, de diversos pozos, lo que facilita una extracción más rápida y completa de todo el yacimiento, que puede extenderse a lo largo de miles de kilómetros cuadrados. En general, en su mayor parte los pozos se perforan en forma vertical, aunque ahora es posible perforar en un sentido horizontal o direccional. Es también posible perforar varios pozos a partir de un mismo sitio (Centre for Energy, 2008b).

Varios métodos de “recuperación” se usan para maximizar los rendimientos de petróleo y gas y el proceso de extracción. En la recuperación primaria, el petróleo se bombea del pozo a la superficie, y en la secundaria se inyectan cantidades selectivas de petróleo y gas para mantener la presión de la reserva y forzar la salida de una mayor cantidad de petróleo. En la recuperación terciaria se inyectan líquidos de gas natural por medio de pozos de apoyo para ayudar a la salida de mayor cantidad de petróleo de la roca; en este método en ocasiones se usa dióxido de carbono (CPPI, 2007a).

En 2005, Canadá contaba con más de 200,000 pozos en producción de petróleo y gas (Centre for

Gráfica 4-5. Emisiones y transferencias registradas (sin contar contaminantes atmosféricos de criterio) por sector petrolero de América del Norte, 2005



Nota: El número entre paréntesis es el de las plantas que registraron dicha cantidad.

Energy, 2008a). México contó con alrededor de 6,280 pozos y 215 plataformas marinas (Pemex, 2007). En Estados Unidos se contó con más de 500,000 pozos de petróleo y gas y 4,000 plataformas marinas (US EPA, 2008b). En el **mapa 4-1** aparecen las plantas de producción de petróleo y gas que presentan registros en los sistemas RETC de Canadá y México y en el Inventario Nacional de Emisiones (*National Emissions Inventory*, NEI) de Estados Unidos. Las plantas de producción de petróleo y gas pueden contar con múltiples pozos.

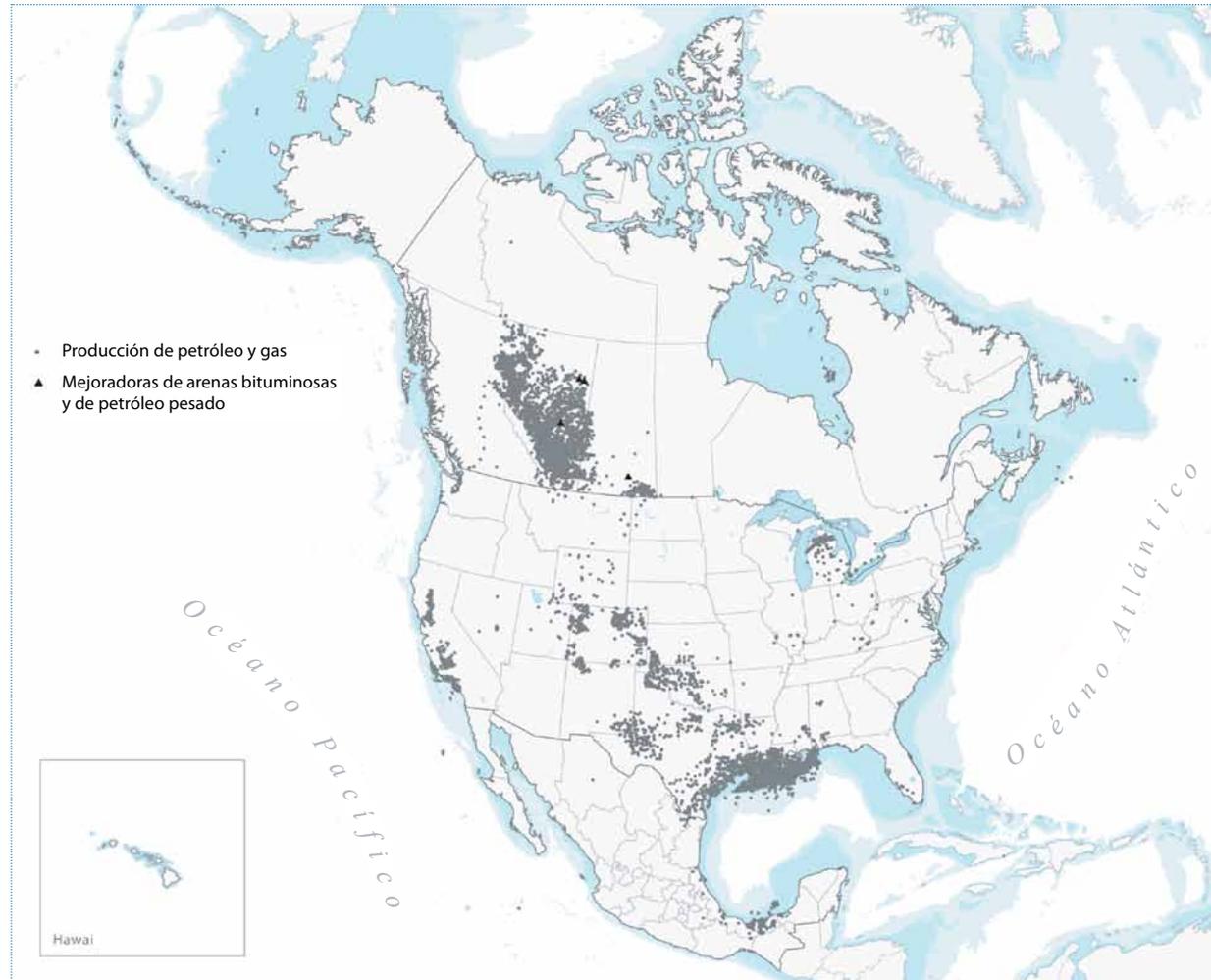
Perforación

Durante las operaciones de perforación se bombean líquidos especiales, denominados “lodos de perforación”, desde el interior de los tubos de perforación para lubricar la broca, evacuar los residuos de la roca perforada y mantener la presión en el pozo. Una vez que los lodos regresan a la superficie se realiza un proceso de separación del agua y los residuos rocosos para reciclarlo nuevamente al pozo. En los lodos de perforación muchas veces se incluyen sustancias

químicas lubricantes, lo que ayuda a lubricar y enfriar la broca. Algunos de estos aditivos son tóxicos reconocidos y otros contienen altos niveles de metales pesados (Alberta Government, 2007). La disposición de estos residuos de la perforación consiste con frecuencia en esparcirlos en tierra, dar tratamiento al suelo o mezclarlos con tierra y enterrarlos. Los residuos de perforación suelen tener altas concentraciones de cloro (sal), lo que puede limitar la recuperación del suelo.

Los residuos de perforación de los pozos petroleros y de gas mar adentro en ocasiones se emiten al agua. La reglamentación en Estados Unidos aprobada en 2001 permite la emisión controlada de material residual de las plataformas a 4.8 kilómetros de la costa. Los permisos de perforación establecen límites a la cantidad de petróleo que se puede descargar y a la cantidad de mercurio y cadmio en los materiales acumulados, prohíben la descarga de fluidos sintéticos de perforación que no sean parte de los residuos triturados y establecen el requisito de pruebas de toxicidad mensuales para

Mapa 4-1. Plantas de producción de petróleo y gas de América del Norte que presentaron registros de emisiones y transferencias en 2005



los materiales (US EPA, 2001). La reglamentación mexicana prohíbe la descarga sin tratamiento de los fluidos de perforación a base de aceite. Además, la norma oficial de 2006 estableció especificaciones de protección ambiental para las actividades de perforación, mantenimiento y abandono de pozos en las zonas marítimas mexicanas.⁷

⁷ NOM-149-SEMARNAT-2006 (DOF: 31 de enero de 2007).

Cuando el petróleo crudo emana a la superficie lo hace con frecuencia mezclado con gas natural, fluidos, residuos de la perforación y diversas cantidades de agua. El “agua producida” constituye uno de los mayores flujos de residuos de la producción de petróleo y gas. Contaminado con benceno, metales pesados, petróleo, grasas y sales (US EPA, 2000c), este líquido debe manejarse con cuidado para evitar la contaminación del suelo, las aguas superficiales, los mantos freáticos y la vida silvestre. En Estados

Unidos y Canadá, las reglamentaciones sobre el agua producida varían según el estado o la provincia. En México, una norma federal establece el manejo de las aguas residuales asociadas con hidrocarburos.

Algunos residuos de la producción de petróleo y gas están exentos de la regulación federal estadounidense sobre manejo de residuos, incluidas las reformas de 1980 a la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos. Estos residuos, sin embargo, están cubiertos por reglamentos estatales.

Producción no convencional de petróleo y gas

Conforme la demanda de energía aumenta, cada vez se recurre más a la extracción de petróleo y gas de depósitos que antes no se consideraban económicamente viables. Ejemplos de estas formas no convencionales de producción de petróleo y gas son el gas natural derivado del carbón, las arenas bituminosas, los hidratos de gas, el gas de esquistos en Canadá (Centre for Energy, 2008c). Las reservas encontradas de petróleo en esquistos, en particular en Dakota del Norte en Estados Unidos, se hacen más atractivas para la exploración conforme los precios del petróleo suben (API, 2008).

Ubicadas en el oeste de Canadá, las arenas bituminosas de Alberta son las segundas reservas de petróleo más grandes en el mundo, únicamente detrás de las de Arabia Saudita. En 2005 la producción derivada de las arenas bituminosas rebasó 1.1 millones de barriles diarios y se prevé que en 2015 llegue a los tres millones de barriles por día. Las arenas contienen un bitumen similar al alquitrán, mezcla espesa de petróleo con arena. Esta mezcla es demasiado espesa para deslizarse entre las rocas, pozos o ductos. Las arenas bituminosas cerca de la superficie se extraen mediante técnicas de minería a cielo abierto. Sin embargo, con frecuencia se requieren otros métodos, denominados *in situ*, porque la gran mayoría de los depósitos de arenas bituminosas están demasiado profundos para la minería a cielo abierto. Entre las tecnologías que pueden usarse para extraer el bitumen figuran la estimulación cíclica de vapor y el drenado por gravedad con presencia de vapor o método SAGD (*steam assisted gravity drainage*). Esta última emplea dos filas paralelas de pozos: en una se inyecta el vapor y en la otra se recoge el bitumen.

Las operaciones de aprovechamiento de las arenas bituminosas emplean grandes cantidades de agua, de superficie o reciclada. Los proyectos de minería de arenas bituminosas actualmente aprobados tienen permisos para desviar 2,300 millones de barriles anuales de agua dulce del río Athabasca en Alberta. Las minas actualmente en etapa de planeación incrementarían ese volumen a 3,300 millones de barriles anuales, pero a las actuales tasas de desvío no hay suficiente agua para apoyar estos proyectos. Se debate también sobre si las aguas de los grandes estanques de residuos pueden sanearse de modo que los estanques se conviertan en ecosistemas biológicamente productivos. Aunque los proyectos *in situ* de arenas bituminosas

que utilizan el método SAGD minimizan el uso de agua dulce de los acuíferos al emplear agua dulce mezclada con salina de mantos freáticos, el tratamiento del agua salina produce grandes volúmenes de residuos sólidos con grandes concentraciones de ácidos, residuos de hidrocarburos, rastros de metales y otros contaminantes que pueden afectar el suelo y los mantos freáticos de las cercanías si se depositan en rellenos sanitarios (National Energy Board, 2006).

En 2005 la producción de arenas bituminosas contribuyó con 3.5 por ciento del total de emisiones de gases de efecto invernadero en Canadá. El gobierno canadiense está en proceso de formular reglamentación que impondrá metas rigurosas a las operaciones con arenas bituminosas, a fin de reducir las emisiones de estos gases (Environment Canada, 2008).

Procesamiento del petróleo pesado y el bitumen en mejoradoras

Las mejoradoras son grandes instalaciones industriales que procesan el petróleo pesado o el bitumen antes de su transporte en ductos o su refinación ulterior. El mejoramiento es necesario debido a que muchas refinerías se construyeron para el procesamiento de petróleo crudo ligero o mediano, y no del crudo pesado o el bitumen que en la actualidad se producen. Las mejoradoras emplean procesos similares a los de las refinerías para la obtención de crudo sintético, que es similar al crudo ligero usado por las refinerías. Sin embargo, a diferencia de éstas, las mejoradoras se ubican por lo general en las cercanías de los campos petroleros o de gas. Según sus operaciones específicas, una mejoradora puede clasificarse como instalación productora de petróleo y gas o como una refinería. Las cuatro mejoradoras consideradas en el presente informe son canadienses: tres fueron clasificadas por el ministerio de Medio Ambiente de Canadá como plantas de producción no convencional de petróleo y gas (código SCIAN 211114) y la otra como refinería (código SCIAN 324110).

Además de crudo sintético, las mejoradoras producen combustóleo, nafta y queroseno, productos que pueden venderse como tales o enviarse en ductos a refinerías para su proceso ulterior. Debido a que el petróleo pesado y el bitumen pueden contenerlo en grandes cantidades, las mejoradoras permiten producir grandes cantidades de azufre como subproducto. Al igual que en el procesamiento del

gas, una parte del azufre se vende como producto comercial y otra se emite a la atmósfera. El coque puede también venderse como producto o emplearse como combustible en la mejoradora (Centre for Energy, 2008b).

La mayoría de las mejoradoras se ubican en el occidente de Canadá, en una zona del noreste de Alberta conocida como el “corazón industrial”. En 2008 un número mayor de plantas estaba en construcción o en etapa de planeación (Pembina Institute, 2008). Varias empresas estadounidenses invierten actualmente en la ampliación y modernización de ductos y refinerías para procesar el petróleo canadiense derivado de las arenas bituminosas y las mejoradoras (API, 2009). En 2007 el gobierno de Alberta propuso un Marco de Gestión de Efectos Acumulados para abordar las múltiples consecuencias derivadas del sector. Se establecieron límites máximos a las emisiones de óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre para una zona completa, en lugar de planta por planta o proceso por proceso (Alberta Government, 2007). El mejoramiento, es un proceso muy intensivo en energía, ya que es necesario emplear grandes cantidades de gas natural para procesar el bitumen. En promedio, para obtener un barril (159 litros) de crudo sintético es preciso procesar en la mejoradora dos toneladas de bitumen.

Procesamiento del gas natural

El gas natural con frecuencia pasa por plantas de procesamiento antes de transportarse en gasoductos. Contaminantes como el ácido sulfhídrico, el dióxido de carbono y el agua se retiran antes de que el gas natural entre en los gasoductos, ya que estos contaminantes crean ácidos que corrompen ductos y bombas. El gas natural procesado, principalmente metano, se usa para calefacción de casas y edificios, para generar electricidad y para cocinar. Las plantas de gas natural suelen ser más numerosas que las refinerías petroleras y están más cercanas a los yacimientos de petróleo y gas.

El gas natural que contiene ácido sulfhídrico (tóxico en bajas concentraciones) se denomina “gas amargo”. En Canadá, alrededor de 30 por ciento de las reservas de gas son del tipo amargo, con contenido de más de 10 partes por millón de ácido sulfhídrico (CPPI, 2007a). A menudo, el ácido sulfhídrico retirado del gas se convierte en azufre que luego se

Complejo procesador de gas en Cactus, México

La empresa petrolera nacional Pemex opera el Complejo Procesador de Gas (CPG) Cactus en Chiapas, aproximadamente mil kilómetros al sur de la Ciudad de México. Esta planta, construida en 1974 y que ocupa a alrededor de 2,000 trabajadores, procesa gas de las plataformas marinas y lo convierte en gas natural, gas ligero dulce, gas licuado y petroquímicos básicos. El proceso incluye la remoción del azufre del gas amargo original. Una nueva planta recuperadora de azufre ha permitido lograr la reducción sustancial de las emisiones de dióxido de azufre: alrededor de 1,600 toneladas de azufre se recuperan y venden diariamente. A 2005 se habían instalado 12 plantas recuperadoras de azufre en el conjunto de plantas procesadoras de gas, con una inversión de \$EU400 millones. A estas plantas se aplica la nueva norma NOM-137-Semarnat-2003, que regula las emisiones de azufre de las plantas desulfuradoras de gas. Las emisiones de dióxido de azufre disminuyeron entre 2001 y 2005 gracias a la reducción en la quema de gas natural en las plataformas marinas.

Otra prioridad ambiental de Pemex es la reducción de los gases de efecto invernadero. En la planta de Cactus la instalación en 2001 de dos unidades recuperadoras de calor y vapor redujo las emisiones de GEI en 103 toneladas diarias, lo que resultó en ahorros de gas por 1.5 millones de pies cúbicos diarios. La reducción en la quema en mecheros de gas residual en las plataformas marinas redujo también las emisiones de GEI: de 400,000 toneladas de dióxido de carbono por mes en 2001 a 100,000 toneladas mensuales en 2005.

El proceso del gas requiere con frecuencia grandes cantidades de agua. Las plantas procesadoras en México consumieron alrededor de 42 millones de metros cúbicos de agua en 2005 (más o menos la mitad del volumen empleado por las refinerías). Debido a que el agua es un recurso escaso en diversas zonas de México, muchos de los nuevos proyectos consumen menos líquido; en conjunto, entre 2001 y 2005 representaron para Pemex una disminución en el uso de agua de más o menos 20 por ciento.

El gas producido en la planta de Cactus se transporta por gasoductos para dar servicio principalmente en el sur de México. Al igual que todas las instalaciones de Pemex, se aporta información al Sistema para la Administración Integral de Seguridad, Salud y Protección Ambiental (SSPA). La planta de Cactus cuenta además con su propio sistema, SIGSSPA, adaptado a sus procesos y productos. Ambos sistemas proporcionan información diaria, mensual y anual sobre la producción y las medidas ambientales. Una parte de esta información se usa posteriormente para presentarla en la COA y el *RETC*.

Fuente: CCA, 2008.

vende para fertilizantes, productos farmacéuticos y otros usos; también puede inyectarse en el subsuelo o quemarse en mechero, es decir, en una flama abierta en la parte superior de una chimenea (CPPI, 2007a).

Otros derivados del procesamiento del gas natural son el dióxido de azufre e hidrocarburos como el benceno. Los reglamentos de Alberta sobre límites a las emisiones de dióxido de azufre de las plantas de recuperación de gas amargo se revisaron en 2002 para aplicarlos a las plantas antiguas, antes exentas. En 1995 un comité multisectorial elaboró normas de “prácticas de gestión idóneas” que resultaron en menores emisiones de benceno de diversas fuentes canadienses, como las deshidratadoras de glicol empleadas para remover agua del gas natural (CPPI, 2007a).

En México, el azufre recuperado en el proceso del gas natural también se comercializa. Se cuenta con normas que regulan la eficiencia mínima en la recuperación de azufre y el control de las emisiones en las unidades de desulfuración de las plantas de gas de Pemex.⁸

En Estados Unidos, la producción de petróleo y gas se considera una fuente mayor de contaminantes atmosféricos peligrosos en términos de la Ley de Aire Limpio. La EPA, con base en esa ley, debe elaborar normas apoyadas en la mejor tecnología de control disponible. En 1999 la EPA promulgó las Normas Nacionales sobre Emisiones de las Plantas de Producción de Petróleo y Gas que establecen controles en los ductos de ciertas deshidratadoras

⁸ NOM-137-SEMARNAT-2003 (DOF: 30 de mayo de 2003).

de glicol, ciertos tanques de almacenamiento y en emisiones fugitivas en las plantas de procesamiento de gas natural (US EPA, 2000b).

Cuestiones ambientales y de salud asociadas con la producción de petróleo y gas

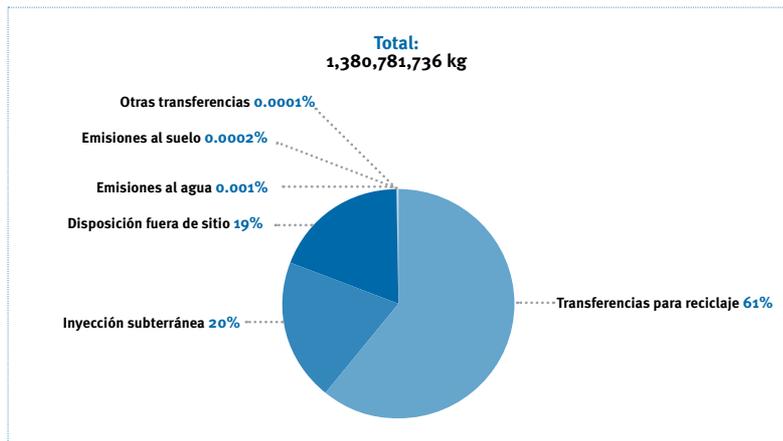
Las principales cuestiones relacionadas con la producción de petróleo son las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio, contaminantes tóxicos y gases de efecto invernadero, emisiones al agua de superficie y subterránea, los residuos de perforación contaminados, el uso y los derrames de agua, y la degradación de grandes áreas de terreno con residuos contaminados y estanques de tratamiento, incluidas emisiones atmosféricas fugitivas de sustancias químicas, que pueden ser una fuente importante de emisiones generales.

El procesamiento de gas se asocia con emisiones atmosféricas, en particular de dióxido de azufre y ácido sulfhídrico, además de benceno y otras sustancias tóxicas de los deshidratadores de glicol y emisiones de los quemadores residuales.

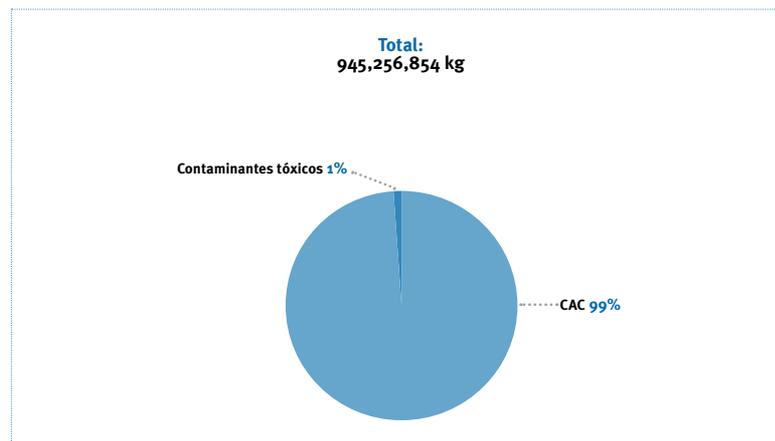
Entre las cuestiones ambientales y de salud asociadas con las mejoradoras figuran las cuantiosas emisiones de gases de efecto invernadero, contaminantes atmosféricos de criterio —como el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas

suspendidas— y contaminantes tóxicos —como el benceno, metales e hidrocarburos aromáticos policíclicos—; las emisiones al agua de hidrocarburos; el uso intensivo de agua, y los derrames en cuerpos de agua.

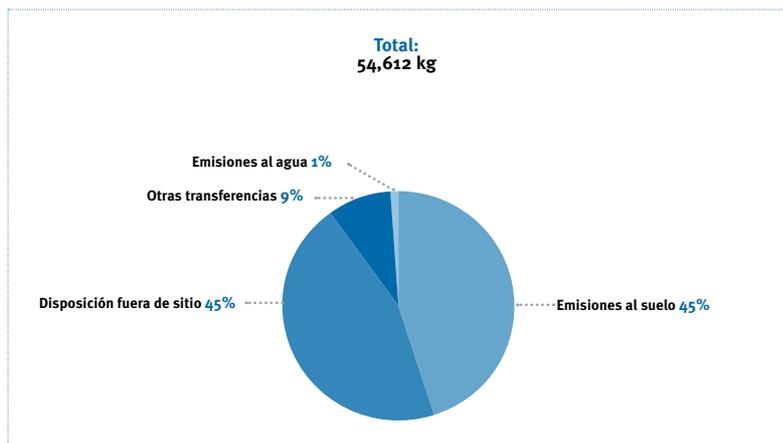
Gráfica 4-6. Emisiones y transferencias canadienses (salvo las atmosféricas) de la producción de petróleo y gas, 2005



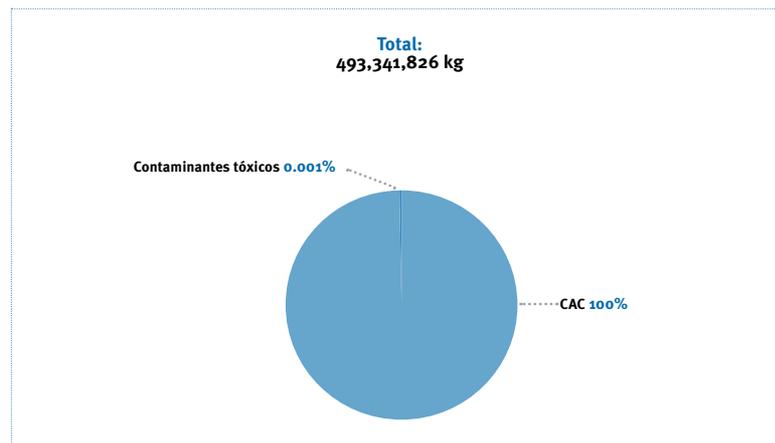
Gráfica 4-7. Emisiones atmosféricas canadienses de la producción de petróleo y gas, 2005 (contaminantes atmosféricos de criterio y contaminantes tóxicos)



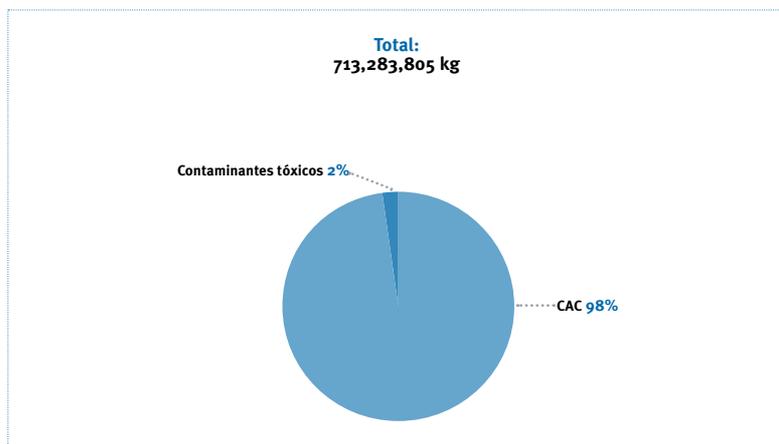
Gráfica 4-8. Emisiones y transferencias mexicanas (salvo las atmosféricas) de la producción de petróleo y gas, 2005



Gráfica 4-9. Emisiones atmosféricas mexicanas de la producción de petróleo y gas, 2005 (contaminantes atmosféricos de criterio y contaminantes tóxicos)



Gráfica 4-10. Emisiones atmosféricas estadounidenses de la producción de petróleo y gas, 2005 (contaminantes atmosféricos de criterio y contaminantes tóxicos)



Cuadro 4-2a. Emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio por país, plantas productoras de petróleo y gas, 2005

| Contaminantes atmosféricos de criterio | NPRI* | | RETC | | NEI de EU | | Total |
|--|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------|
| | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | |
| Óxidos de nitrógeno | 2,582 | 348,114,028 | 127 | 148,405,128 | 3,798 | 302,091,490 | 798,610,646 |
| Óxidos de azufre | 296 | 313,735,958 | 79 | 46,377,170 | 2,981 | 63,479,473 | 423,592,601 |
| Monóxido de carbono | 1,561 | 184,696,255 | 123 | 23,277,023 | 3,816 | 203,582,497 | 411,555,775 |
| Compuestos orgánicos volátiles | 418 | 66,417,931 | 105 | 271,512,964 | 4,195 | 115,731,135 | 453,662,030 |
| Partículas suspendidas totales (PM) | 58 | 6,480,254 | 89 | 6,858,186 | 652 | 1,109,015 | 14,447,455 |
| PM ₁₀ | 1,171 | 6,807,258 | 97 | 1,901,549 | 3,228 | 5,903,641 | 14,612,448 |
| PM _{2.5} * | 1,690 | 5,277,988 | n.d. | n.d. | 3,226 | 5,750,367 | 11,028,355 |
| Total | | 931,529,672* | | 498,332,020 | | 697,647,618 | 2,127,509,310 |

n.d. = no disponible.

* Las emisiones de CAC del NPRI incluyen plantas de producción tanto convencional como no convencional de petróleo y gas (en el cuadro 4-2b pueden consultarse, por separado, los datos de las plantas con mejoradoras de bitumen).

Cuadro 4-2b. Emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio, plantas con mejoradoras de bitumen, NPRI, 2005

| Contaminantes atmosféricos de criterio | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) |
|--|-------------------------------|------------------------|
| Óxidos de nitrógeno | 3 | 23,431,716 |
| Óxidos de azufre | 3 | 116,737,631 |
| Monóxido de carbono | 3 | 28,934,601 |
| Compuestos orgánicos volátiles | 3 | 24,560,542 |
| Partículas suspendidas totales (PM) | 3 | 4,251,516 |
| PM ₁₀ | 3 | 2,655,940 |
| PM _{2.5} | 3 | 1,392,342 |
| Total | 3 | 201,964,288 |

Prevención y control de la contaminación

Los representantes de las plantas de producción de petróleo y gas entrevistados informaron sobre la adición de equipos de control de la contaminación o la instalación de mejores tecnologías para reducir la contaminación. Por ejemplo, las plantas de recuperación de azufre eliminan dicha sustancia del gas de colas y lo convierten en azufre líquido y las unidades de recuperación de nafta remueven los compuestos orgánicos volátiles de las corrientes de colas.

Las plantas procesadoras de gas muchas veces emplean medidores en los mecheros para calibrar y minimizar las emisiones. En algunas instalaciones se usan compresores recuperadores de gas residual para disminuir las emisiones de óxidos de nitrógeno; otras han instalado también equipo de reinyección de gases ácidos, el cual inyecta el dióxido de carbono removido del gas en el campo agotado de petróleo o de gas, en lugar de emitirlo al aire. Algunas empresas utilizan incineradores con combustión más eficiente en la reducción total de azufres y sistemas de recuperación de vapor en los tanques de condensación.

Emisiones y transferencias registrados

Las plantas del sector de producción de petróleo y gas deben presentar registros al NPRI de Canadá y al RETC de México, pero no al TRI de Estados Unidos. Por ello, los datos sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio y contaminantes atmosféricos peligrosos de plantas de Estados Unidos en este sector se obtuvieron del Inventario Nacional de Emisiones (*National Emissions Inventory*, NEI). En las gráficas 4-7, 4-9 y 4-10 se presentan las emisiones atmosféricas registradas en cada uno de los países. Otras emisiones y transferencias registradas en Canadá y México se presentan en las gráficas 4-6 y 4-8.

En 2005, 3,586 plantas canadienses productoras de petróleo y gas —incluidas las no convencionales (arenas bituminosas)— registraron 2,320 millones de kilogramos de emisiones y transferencias; alrededor de 945 millones de kilogramos fueron emisiones atmosféricas, 99 por ciento de las cuales constituyeron contaminantes atmosféricos de criterio registrados por 3,565 plantas. En México, 136 plantas del sector registraron casi 500 millones de kilogramos de emisiones y transferencias, 99 por ciento de contaminantes atmosféricos de criterio registrados por

133 plantas. En Estados Unidos, 8,567 plantas productoras de petróleo y gas registraron alrededor de 713 millones de kilogramos de emisiones atmosféricas, 98 por ciento de contaminantes atmosféricos de criterio emitidos por 4,210 plantas.

Estos datos ilustran que en los tres países las emisiones al aire fueron las dominantes en este sector en 2005 y que los **contaminantes atmosféricos de criterio** fueron al menos 98 por ciento del total. En los **cuadros 4-2a** y **4-2b** se presentan las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio registradas por las plantas productoras de petróleo y gas en cada uno de los países. Cuatro contaminantes atmosféricos de criterio —óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, compuestos orgánicos volátiles y monóxido de carbono— dieron cuenta de 98 por ciento del total de esos contaminantes.

Tres plantas canadienses productoras de bitumen con operaciones de mejoramiento (clasificadas con el código SCIAN 211114) contribuyeron con casi 202 millones de kilogramos de emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC), que representan 22 por ciento de las emisiones totales de estos contaminantes registradas por las plantas canadienses productoras de petróleo y gas en 2005. Estas plantas también dieron cuenta de alrededor de un tercio del total registrado de emisiones de óxidos de azufre y compuestos orgánicos volátiles.

Comparado con el número de plantas mexicanas y estadounidenses que registraron SO_x y COV, el número de plantas canadienses fue relativamente menor. Las plantas mexicanas emitieron cantidades considerablemente mayores de COV que las de Canadá y Estados Unidos.

En 2005 las plantas de América del Norte productoras de petróleo y gas también registraron emisiones y transferencias de **contaminantes tóxicos**. Las plantas que registraron sólo sustancias tóxicas fueron 184 canadienses, 36 mexicanas y 6,140 estadounidenses.

Las **emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos** de cada país se presentan en los **cuadros 4-3** a **4-5**. En los **cuadros 4-6** y **4-7** se presentan otras emisiones y transferencias registradas en Canadá y México.

Las plantas canadienses del sector de producción de petróleo y gas registraron 13.7 millones de kilogramos de 47 contaminantes tóxicos. Las 18 presentadas en el **cuadro 4-3** dieron cuenta de 99

Cuadro 4-3. Emisiones registradas de contaminantes tóxicos, producción de petróleo y gas, NPRI, 2005

| Contaminante | Cantidad registrada (kg), producción de petróleo y gas (núm. de plantas con registros) | Cantidad registrada (kg), producción de bitumen con operaciones de mejoramiento (núm. de plantas con registros) |
|---|--|---|
| Disulfuro de carbono ^{CA, EU} | 2,943,879 (27) | 53,183 (2) |
| Sulfuro de carbonilo ^{CA, EU} | 1,853,932 (24) | 58,729 (2) |
| n-Hexano ^{CA, EU} | 1,242,846 (108) | 153,603 (3) |
| Ácido sulfhídrico ^{CA, MX} | 1,230,826 (89) | 57,362 (3) |
| Formaldehído ^{CA, EU, MX} | 203,837 (7) | 0 |
| Tolueno ^{CA, EU} | 157,734 (107) | 352,546 (3) |
| Metanol ^{CA, EU} | 137,295 (99) | 0 |
| Ciclohexano ^{CA, EU} | 131,997 (91) | 209,679 (2) |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 116,471 (88) | 68,485 (3) |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA, EU} | 13,417 (63) | 101,114 (2) |
| Etilén glicol ^{CA, EU} | 84,565 (84) | 0 |
| Propileno ^{CA, EU} | 0 | 90,164 (2) |
| Xilenos ^{CA, EU} | 70,560 (110) | 712,730 (3) |
| Ácido sulfúrico ^{CA, EU} | 60,143 (14) | 1,498,465 (2) |
| Etileno ^{CA, EU} | 51,569 (2) | 62,842 (1) |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 14,450 (61) | 115,819 (3) |
| Cumeno ^{CA, EU} | 0 | 11,516 (1) |
| Amoniaco ^{CA, EU} | 6,938 (5) | 1,831,639 (2) |
| Total | 8,249,899 | 5,337,876 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-4. Emisiones atmosféricas registradas de contaminantes tóxicos, producción de petróleo y gas, RETC, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las plantas de producción de petróleo y gas |
|---|----------------------------------|---|
| Formaldehído ^{CA, EU, MX} | 7 | 8,691 |
| Acetaldehído ^{CA, EU, MX} | 6 | 642 |
| Acroleína ^{CA, EU, MX} | 6 | 304 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 5 | 144 |
| 1,1,2-Tricloroetano ^{CA, EU, MX} | 1 | 14 |
| Diclorometano ^{CA, EU, MX} | 1 | 4 |
| 1,1,2,2-Tetracloroetano ^{CA, EU, MX} | 1 | 2 |
| Tetracloruro de carbono ^{CA, EU, MX} | 1 | 2 |
| Cloroformo ^{CA, EU, MX} | 1 | 1 |
| Clorobenceno ^{CA, EU, MX} | 1 | 1 |
| Estireno ^{CA, EU, MX} | 1 | 1 |
| Total | | 9,806 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-5. Emisiones atmosféricas registradas de contaminantes tóxicos, producción de petróleo y gas, NEI de Estados Unidos, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las plantas de producción de petróleo y gas |
|------------------------------------|-------------------------------|--|
| Sulfuro de carbonilo CA, EU | 2,706 | 4,516,964 |
| Benceno CA, EU, MX | 5,670 | 2,988,098 |
| n-Hexano CA, EU | 3,654 | 2,366,955 |
| Formaldehído CA, EU, MX | 3,786 | 2,153,207 |
| Tolueno CA, EU | 3,769 | 1,796,627 |
| Xilenos CA, EU | 3,621 | 1,047,011 |
| Etilbenceno CA, EU | 3,198 | 160,546 |
| Acetaldehído CA, EU, MX | 3,291 | 146,910 |
| Metanol CA, EU | 202 | 144,918 |
| Acroleína CA, EU, MX | 287 | 88,740 |
| Amoniaco CA, EU | 105 | 82,629 |
| Etilén glicol CA, EU | 2,709 | 32,350 |
| Naftaleno CA, EU | 3,165 | 21,723 |
| Níquel y sus compuestos CA, EU, MX | 85 | 19,056 |
| Clorobenceno CA, EU, MX | 78 | 10,310 |
| Cloro CA, EU | 22 | 10,298 |
| 1,1,1-Tricloroetano EU, MX | 8 | 9,841 |
| Disulfuro de carbono CA, EU | 2,702 | 6,934 |
| Ácido clorhídrico CA, EU | 44 | 6,583 |
| Tetracloroetileno CA, EU | 18 | 4,749 |
| Total | | 15,614,451 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-6. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas), producción de petróleo y gas, NPRI, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Emisiones al suelo | Inyección subterránea | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|--------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Metanol CA, EU | 950,594 | 130 | 5,455,100 | 3,536,822 | 0 | 0 |
| Etilén glicol CA, EU | 446,331 | 3,492 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Amoniaco CA, EU | 216,779 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Benceno CA, EU, MX | 107,178 | 636 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fenol CA, EU, MX | 72,450 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tolueno CA, EU | 65,187 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fósforo CA, EU | 41,370 | 0 | 1,276,600 | 0 | 0 | 0 |
| Xilenos CA, EU | 25,653 | 199 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ácido sulfhídrico CA, MX | 0 | 0 | 268,607,143 | 250,941,598 | 840,226,765 | 0 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-7. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas), producción de petróleo y gas, RETC, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Emisiones al suelo | Inyección subterránea | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Benceno CA, EU, MX | 0 | 24,550 | n.d. | 0 | 0 | 4,950 |
| Hydrofluorocarbonos* | 0 | 0 | n.d. | 24,530 | 0 | 0 |
| Níquel y sus compuestos CA, EU, MX | 362 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Plomo y sus compuestos CA, EU, MX | 85 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Cadmio y sus compuestos CA, EU, MX | 54 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Cromo y sus compuestos CA, EU, MX | 51 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Arsénico y sus compuestos CA, EU, MX | 20 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Cianuro CA, EU, MX | 10 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Mercurio y sus compuestos CA, EU, MX | 1 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |

n.d. = no disponible.

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

*Los hidrofluorocarburos registrables varían según cada RETC.

por ciento de dicha cantidad. Entre una y tres de las plantas no convencionales de producción de petróleo y gas también registraron muchas de las mismas sustancias y, de hecho, representaron alrededor de 37 por ciento de las emisiones atmosféricas totales de contaminantes tóxicos registradas en 2005.

En México, las emisiones atmosféricas de los 11 contaminantes tóxicos registrados sumaron 9,806 kilogramos (**cuadro 4-4**). Una pequeña fracción del total de plantas en este sector registró emisiones atmosféricas. Dos sustancias tóxicas adicionales, cloruro de vinilo y bifenilo, fueron también registradas por unas pocas plantas, pero en una cantidad inferior a un kilogramo cada una.

Las plantas estadounidenses productoras de petróleo y gas registraron ante el NEI emisiones atmosféricas de 81 contaminantes tóxicos, por un total de 15,636,187 kilogramos, en 2005. De estos contaminantes, 18 representaron 99 por ciento del total de emisiones (**cuadro 4-5**). Esos 81 contaminantes son también objeto de registro en el TRI.

Un poco más de 30 contaminantes sumaron la mayoría de las emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos registrados en los tres países. Se presentaron variaciones, sin embargo, en el perfil de los contaminantes atmosféricos registrados por el sector en cada país. En algunos casos hubo importantes diferencias en el número de plantas que registraron grandes cantidades; por ejemplo, alrededor de 1.9 millones de kilogramos de sulfuro de carbonilo fueron registradas por sólo 26 plantas canadienses, en comparación con 4.5 millones de kilogramos registradas por 2,706 plantas estadounidenses; la sustancia no está sujeta a registros en el RETC.

Respecto del ácido sulfhídrico, 92 plantas canadienses de producción de petróleo y gas registraron emisiones atmosféricas de más de 1.2 millones de kilogramos. La sustancia no estuvo sujeta a registros ni en el NEI ni en el TRI de Estados Unidos. En el RETC estuvo sujeta a registro, pero ninguna planta productora de petróleo o gas presentó informes al respecto en 2005. Otro ejemplo de las diferencias en los registros de las emisiones atmosféricas es el formaldehído, sustancia sujeta a registro en los tres países, pero con grandes variaciones tanto en las cantidades como en el número de plantas que las registraron.

Menos de la mitad de los 30 contaminantes tóxicos que dieron cuenta de la mayor parte de las emisiones atmosféricas de América del Norte estuvo

sujeta a registro en el *RETC*, por lo que los contaminantes registrados en cantidades relativamente grandes en Canadá y Estados Unidos (por ejemplo, sulfuro de carbonilo, tolueno y n-hexano) no se registraron en México. Algunas de las diferencias en las cantidades de contaminantes registrados pueden atribuirse a diferencias en los umbrales de registro entre el NPRI, el *RETC* y el NEI.

Otras emisiones y transferencias registradas por las plantas canadienses y mexicanas de la producción de petróleo y gas —emisiones al agua y al suelo, inyección subterránea y disposición y transferencia para reciclaje y tratamiento ulterior— se presentan en los **cuadros 4-6 y 4-7**, respectivamente. Como se indicó, los datos sobre las emisiones y transferencias diferentes de las atmosféricas de las plantas estadounidenses no están cubiertos en el TRI, por lo que no fue posible presentarlos.

Las plantas canadienses registraron alrededor de 1,380 millones de kilogramos en emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) en 2005, de los cuales más de 800 millones fueron transferencias para reciclaje (**cuadro 4-6**). La mayor parte de esta cantidad fue ácido sulfhídrico; menos de 1 por ciento correspondió a otras sustancias como metales: vanadio, cobre, aluminio y níquel y sus compuestos, por ejemplo. Grandes cantidades de ácido sulfhídrico fueron también registradas como inyección subterránea y disposición fuera de sitio.

Casi dos millones de kilogramos de contaminantes tóxicos se emitieron al agua. Ocho contaminantes (metanol, etilén glicol, amoníaco, benceno, fenol, tolueno, fósforo y xilenos) de un total de 27 dieron cuenta de 98 por ciento de las emisiones al agua registradas.

En el **cuadro 4-7** se muestra que las plantas mexicanas registraron en 2005 alrededor de 55,000 kilogramos de contaminantes, 90% (principalmente) como emisiones al suelo y disposición fuera de sitio (la inyección subterránea no se practica en México). Casi 5,000 kilogramos de benceno representaron el restante 10 por ciento, registrado como transferencias para manejo ulterior. Siete contaminantes fueron también emitidos a aguas superficiales por las plantas productoras de petróleo y gas en México en 2005, por un total de 582 kilogramos. Aunque las cantidades registradas fueron bajas, contaminantes como arsénico, cromo, níquel, plomo y sus compuestos tienen riesgos potenciales importantes para

la salud humana y el medio ambiente, lo que determina sus umbrales de registro más bajos.

En términos generales, los contaminantes registrados por las plantas de producción de petróleo y gas canadienses y mexicanas fueron diferentes, ya que sólo el benceno fue registrado por ambos países. Seis de los contaminantes registrados en Canadá no están sujetos a registro en el *RETC*. El ácido sulfhídrico sí lo está, pero dichas plantas no presentaron ningún registro al respecto. En Canadá, en cambio, las instalaciones productoras de petróleo y gas enviaron grandes cantidades de ácido sulfhídrico a reciclaje, inyección subterránea, disposición y reciclaje.

Las cantidades de contaminantes emitidos (sin contar los descargados al aire) o transferidos por las plantas canadienses productoras de petróleo y gas en Canadá en 2005 permiten concluir que la falta de cobertura de este sector en el TRI de Estados Unidos genera una laguna importante en la información sobre la contaminación por parte de esa industria en Estados Unidos. Con excepción del ácido sulfhídrico, todos los contaminantes registrados tanto por las plantas de Canadá como por las de México están sujetas a registro en el TRI estadounidense.

Transporte de petróleo y gas por ductos

El transporte por ductos consiste en el tendido de tubería dentro y fuera de una planta por medio de la cual se transportan líquidos (petróleo crudo o productos derivados) o gases (gas natural, dióxido de carbono). El sistema de ductos comprende las válvulas y otro tipo de equipos anexos a la tubería, las unidades de compresión, las estaciones de bombeo y las estaciones de calibrado y regulación (CEPA, 2008).

Los tendidos de ductos varían. Los ductos de recolección mueven petróleo y gas en bruto hacia las plantas de procesamiento y transporte. Las líneas troncales transportan el petróleo crudo y otros materiales hasta las refinerías y los productos refinados hasta las terminales de comercialización. Las líneas de transmisión de gas lo llevan de las áreas de producción a las de consumo y las redes de distribución local entregan el gas natural a hogares y empresas (CPPI, 2007a).

El petróleo y los otros productos se colocan en los ductos en lotes que se mueven a velocidades de entre tres y ocho kilómetros por hora. En las estaciones de bombeo se añaden sustancias químicas reductoras

de fricción para disminuir la turbulencia en los ductos. El gas natural no se divide en lotes y viaja en sus propios ductos a alrededor de 40 kilómetros por hora. A lo largo de los gasoductos se instalan estaciones de compresión y bombeo cada 60-100 kilómetros con el fin de mantener la presión y el flujo en los ductos. Los operadores verifican la presión, temperatura y tasas de flujo con el fin de identificar fugas, derrames y fallas del equipo. En los tres países los ductos se limpian para eliminar del interior las ceras, parafinas y otros materiales por medio de “rascatubos” (*pigs*) mecánicos, piezas de distintos materiales que se mueven junto con el producto en el tubo para desprender adherencias en su interior (CEPA, 2008).

Operaciones de transporte por ductos en América del Norte

En Canadá y Estados Unidos, la mayor parte de los operadores de ductos no son propietarios del petróleo y gas que transportan. Por el contrario, los productores de petróleo y gas, las refinerías, las centrales eléctricas y los clientes industriales son los propietarios del petróleo y gas y pagan su transporte al operador de los ductos (CEPA, 2008). Canadá cuenta con más de 580,000 kilómetros de ductos que transportan petróleo crudo, gas natural y productos refinados (Centre for Energy, 2008d). Cuando cruzan fronteras provinciales, los ductos son normados por el Consejo Nacional de Energía (*National Energy Board*, NEB) (CPPI, 2007b).

En Estados Unidos, alrededor de 88,500 kilómetros de oleoductos troncales conectan los mercados regionales, lo que incluye los campos petroleros de Canadá, con las refinerías del país. Entre 48,000 y 64,000 kilómetros de líneas troncales menores, ubicadas principalmente en Texas, Oklahoma, Louisiana y Wyoming, conectan pozos petroleros con las líneas troncales mayores. Estados Unidos posee también alrededor de 32,200 kilómetros de tendido de ductos de recolección de gas natural y 447,400 kilómetros de líneas de transmisión de gas natural. Se cuenta además con casi 153,000 kilómetros de ductos de distribución de productos refinados (Pipeline 101, 2008).

En México, Pemex opera una red de ductos que conecta los principales centros de producción (incluidas las operaciones marinas y en tierra) con las refinerías del país y las terminales de exportación. La red consiste en 8,800 kilómetros de oleoductos y 1,200 de gasoductos, con la mayor concentración

en el sur del país. México no cuenta con conexiones internacionales de ductos. La mayor parte de las exportaciones se transporta mediante buques tanque a partir de las tres terminales de exportación en las costas sureñas (EIA, 2008b; Pemex, 2007). Las redes e instalaciones de ductos de América del Norte se ilustran más adelante en el **mapa 4-3**.

Debido a que la mayoría de los ductos en Canadá cruzan fronteras provinciales, el NEB regula su construcción y operación, incluida la elaboración de programas de protección ambiental, pero no establece normas de emisión o límites en las emisiones derivadas de fugas o derrames. La Asociación Canadiense de Normas (*Canadian Standards Association*) y el Consejo de Seguridad en el Transporte (*Transportation Safety Board*) cuentan también con directrices respecto de la operación de los ductos. Al interior de las provincias, los ductos están con frecuencia bajo regulación de los consejos provinciales de energía o el departamento de medio ambiente.

En México, los ductos deben cumplir con dos normas federales que establecen las especificaciones sobre controles de la contaminación durante la

instalación y el mantenimiento y las especificaciones sobre protección ambiental en materia de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y cese de operaciones de las redes de distribución de gas natural. En años recientes, personas de comunidades locales han tratado de abastecerse directamente de los ductos, lo que ha resultado en serios accidentes y derrames.

En Estados Unidos, las normas sobre seguridad y operaciones de los ductos están a cargo del Departamento de Transporte, la Administración de Seguridad en Ductos y Materiales Peligrosos y la Comisión Federal Reguladora de Energía.

Cuestiones ambientales y de salud asociadas con las operaciones de los ductos

Las principales cuestiones asociadas con gasoductos y oleoductos son las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio —incluidos dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas— de los motores de las bombas; emisiones fugitivas de contaminantes tóxicos, contaminantes atmosféricos de criterio y gases de efecto invernadero

de los ductos y sus sellos, válvulas y conectores, y las emisiones al suelo y agua derivadas de fugas y derrames que contribuyen a la contaminación de los mantos freáticos y el suelo.

Prevención y control de la contaminación

Los representantes de las plantas de operación de gasoductos y oleoductos explicaron sus esfuerzos en materia de control y prevención de la contaminación. Por ejemplo, algunas plantas instalaron turbinas de gas bajas en emisiones en las estaciones de compresión y bombeo que se instalan a lo largo de los oleoductos y gasoductos.

También se ha mejorado en años recientes la detección y reparación de fugas. Es posible medir o calcular las emisiones fugitivas a lo largo de la línea, y el proceso de detección de fugas con uso de cámaras infrarrojas puede incluir estudios mayores cada algunos años. El mantenimiento regular incluye, por lo general, verificación de fugas visibles. En el interior de los edificios pueden emplearse detectores de límite explosivo inferior, en busca de fugas de metano.

Operaciones del gasoducto Terasen Gas en Canadá

Terasen Gas, filial de Fortis Inc., entrega por tubería gas natural y propano a la mayor parte de la provincia de Columbia Británica. Terasen opera 11 estaciones compresoras, 416 estaciones reguladoras y de distribución, más de 43,000 kilómetros de ductos y una planta de almacenamiento de gas natural licuado.

En la isla de Vancouver, la estación compresora incluye cinco turbinas de gas que incrementan la presión del gas para enviarlo en los ductos. Las turbinas mueven un promedio de 90 millones de pies cúbicos de gas natural por día. Estas turbinas de gas fueron recientemente modernizadas con tecnología de baja emisión de NO_x, lo que redujo dichas emisiones. Está ahora en uso un sistema de monitoreo de predicción de emisiones para medir las emisiones de NO_x de la estación compresora. Se toman medidas de temperatura del aire, humedad relativa, presión del gas combustible, temperatura, y cantidades de combustible y aire que ingresan en el sistema. Con base en estas medidas, una computadora integrada calcula las emisiones de NO_x cada minuto y los promedios por hora.

La operación del gasoducto está regulada por las autoridades del conglomerado municipal Metro Vancouver y la Comisión de Petróleo y Gas. Las reglamentaciones ambientales se han tornado más estrictas en los pasados cinco años. El límite pico para NO_x disminuyó de 42 a 30 partes por millón, pero no se han establecido límites para el monóxido de carbono. La empresa está considerando un programa para reducir emisiones fugitivas, como cambiar el tipo de sellado de los compresores.

Terasen Gas también evalúa efectos posibles y actividades de mitigación como parte del plan de trabajo para un proyecto. Este esfuerzo podría incluir la protección de la vida silvestre y las áreas de anidación mediante la programación del trabajo de campo externo fuera de la temporada de anidación, abriendo espacios en zanjas y juntas de tubería para que la vida silvestre pueda pasar, o la mitigación de impactos mediante el uso de tendidos ya existentes (por ejemplo, autopistas) en lugar de imponer un nuevo corredor. Terasen construye actualmente un nuevo gasoducto a Whistler para los juegos olímpicos de invierno de 2010. Más información en: <www.terasengas.com>.

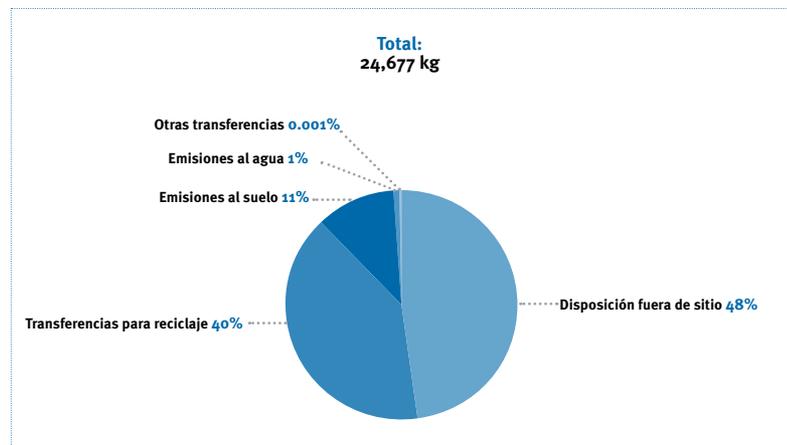
Emisiones y transferencias registradas

Las plantas en Canadá y México que transportan por ducto líquidos relacionados con el petróleo deben presentar registros, respectivamente, al NPRI y al *RETC*. La norma de diez empleados como

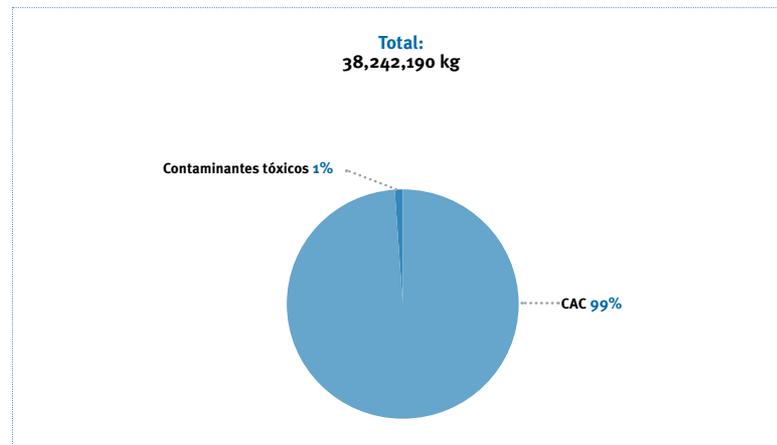
umbral no se aplica a las operaciones de ductos, lo que significa que todas las instalaciones de ductos canadienses deben presentarlos. Las operaciones estadounidenses del sector no están sujetas a registro en el TRI. Los datos sobre contaminantes

atmosféricos de criterio y contaminantes atmosféricos peligrosos de plantas estadounidenses en el sector se obtuvieron del Inventario Nacional de Emisiones. En las **gráficas 4-12, 4-14 y 4-15** se presentan las emisiones atmosféricas de cada país.

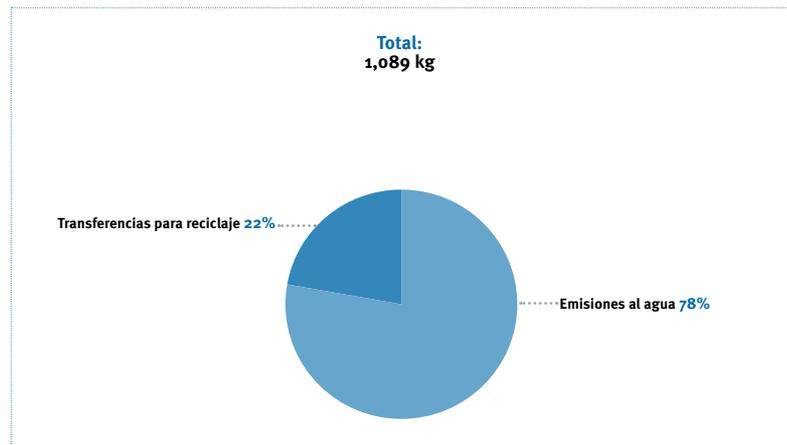
Gráfica 4-11. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) del transporte por ductos en Canadá, 2005



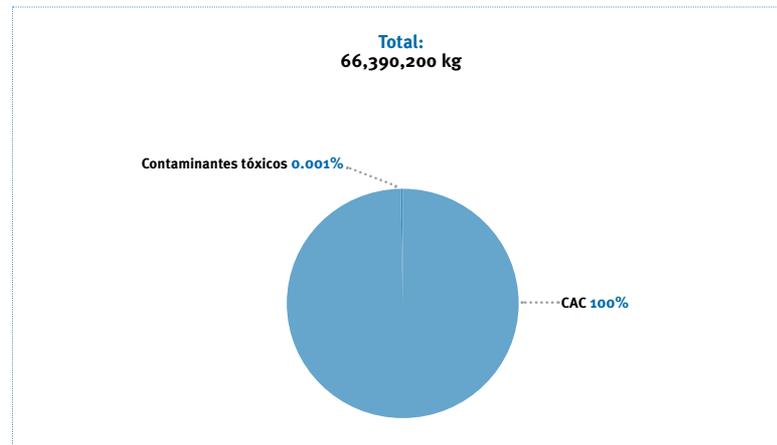
Gráfica 4-12. Emisiones atmosféricas (contaminantes atmosféricos de criterio y contaminantes tóxicos) del transporte por ductos en Canadá, 2005



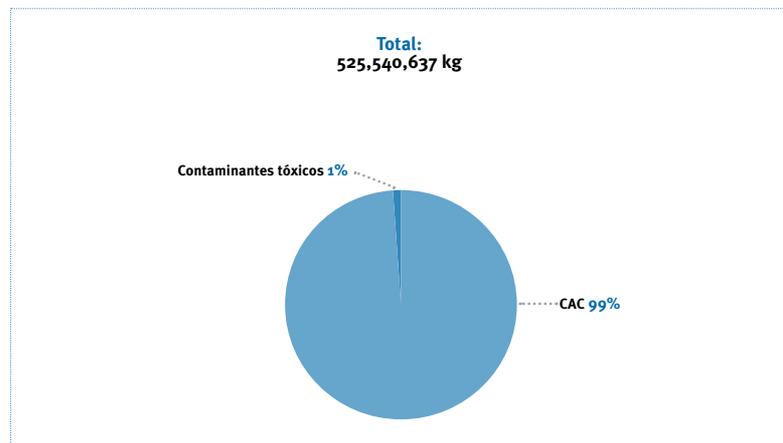
Gráfica 4-13. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) del transporte por ductos en México, 2005



Gráfica 4-14. Emisiones atmosféricas (contaminantes atmosféricos de criterio y contaminantes tóxicos) del transporte por ductos en México, 2005



Gráfica 4-15. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) del transporte por ductos en Estados Unidos, 2005



Cuadro 4-8. Emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio por país, transporte por ductos, 2005

| Contaminantes atmosféricos de criterio | NPRI | | RETC | | NEI de EU | | Total |
|--|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------|
| | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | |
| Óxidos de nitrógeno | 136 | 25,223,099 | 21 | 6,309,744 | 1,702 | 345,816,496 | 377,349,338 |
| Monóxido de carbono | 101 | 9,133,750 | 20 | 2,183,445 | 1,730 | 100,781,472 | 112,098,667 |
| Compuestos orgánicos volátiles | 36 | 3,226,150 | 15 | 56,056,632 | 2,023 | 54,106,028 | 113,388,811 |
| Óxidos de azufre | | 0 | 17 | 1,041,788 | 1,062 | 6,876,416 | 7,918,203 |
| Partículas suspendidas totales (PM) | 0 | 0 | 16 | 133,920 | 435 | 1,703,253 | 1,837,173 |
| PM _{2.5} | 117 | 209,562 | n.d. | n.d. | 1,306 | 4,391,287 | 4,600,849 |
| PM ₁₀ | 103 | 204,275 | 17 | 663,876 | 1,308 | 4,513,400 | 5,381,551 |
| Total | | 37,996,836 | | 66,389,404 | | 518,188,352 | 622,574,592 |

n.d. = no disponible.

Otras emisiones y transferencias registradas en Canadá y México se presentan en las **gráficas 4-11** y **4-13**.

En 2005, 178 plantas canadienses de transporte por ductos registraron un total de más de 38.2 millones de kilogramos de emisiones y transferencias. En casi la mayoría de los casos se trató de emisiones al aire, 99 por ciento de las cuales fueron contaminantes atmosféricos de criterio registrados por 166 plantas. En México, 26 plantas de transporte por ductos registraron alrededor de 66.4 millones de kilogramos de contaminantes, de los cuales 99 por ciento fueron contaminantes atmosféricos de criterio (de todas las plantas). En Estados Unidos, 2,058 plantas del sector registraron alrededor de 525.5 millones de kilogramos en emisiones atmosféricas, más de 98 por ciento en contaminantes atmosféricos de criterio registrados por 1,924 plantas.

Al igual que con el sector de producción de petróleo y gas, las emisiones atmosféricas (en particular de **contaminantes atmosféricos de criterio**) predominaron en los registros de las operaciones de transporte por ductos en América del Norte en 2005. Las emisiones de tres sustancias —óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles— representaron casi 97 por ciento del total de los contaminantes atmosféricos de criterio emitidos, como se indica en el **cuadro 4-8**.

En 2005 las operadoras de ductos de América del Norte también informaron sobre emisiones y transferencias de **contaminantes tóxicos**. Fueron 40 las plantas canadienses que registraron sólo sustancias tóxicas, 17 las mexicanas y 1,429 las de Estados Unidos.

Las emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos en cada uno de los países se presentan en los **cuadros 4-9** y **4-11**. Otras emisiones y transferencias registradas en Canadá y México se presentan en los **cuadros 4-12** y **4-13**.

Fueron relativamente pocos los **contaminantes tóxicos atmosféricos** registrados en Canadá por los operadores de ductos en 2005. Muchas plantas registraron emisiones atmosféricas de la mayoría de las ocho sustancias tóxicas del **cuadro 4-9** (excepto ciclohexano y 1,2,4-trimetilbenceno).

En México, las operadoras de ductos registraron emisiones atmosféricas de únicamente cuatro contaminantes tóxicos, y cada uno de éstos fue registrado por sólo tres o cuatro plantas (**cuadro 4-10**).

En Estados Unidos, 99 por ciento de las emisiones atmosféricas registradas por las operadoras de ductos en 2005 correspondieron a 15 contaminantes tóxicos (**cuadro 4-11**). Cuatro de estos contaminantes —éter metil terbutílico, etilén glicol, ácido clorhídrico y ácido fluorhídrico— fueron registrados por una muy pequeña proporción de las operadoras de ductos estadounidenses que registraron contaminantes tóxicos; alrededor de la mitad fueron registradas por al menos 40 por ciento de estas plantas.

Además de los 15 contaminantes tóxicos mostrados en el **cuadro 4-11**, las operadoras de ductos estadounidenses registraron cantidades relativamente menores de 63 otros contaminantes (11 en cantidades menores de un kilogramo cada una). En general, los otros 63 contaminantes fueron registrados por relativamente pocas plantas. Estos contaminantes están todos sujetos a registro en términos del TRI, muchos lo están en términos del NPRI y alrededor de 20 están sujetos a registro en el *RETC*.

Las emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos de las operadoras de ductos en América del Norte muestran un amplio rango en el número de plantas que registran cada contaminante y en las cantidades y los tipos de sustancias tóxicas registradas. Algunas de estas diferencias en las cantidades de contaminantes registradas pueden atribuirse a diferencias en los umbrales de registro entre el NPRI, el *RETC* y el NEI, además de las consideraciones operativas, como el tipo de producto que se transporta, el combustible empleado por las estaciones compresoras y otros.

Otras emisiones y transferencias registradas por operadoras de ductos canadienses y mexicanas —emisiones al agua, suelo, inyección subterránea y disposición y transferencias para reciclaje y tratamiento ulterior— se presentan en los **cuadros 4-12** y **4-13**, respectivamente. Como se indicó, los datos sobre emisiones y transferencias diferentes de las atmosféricas de las plantas estadounidenses del sector no están cubiertas en el TRI y, por tanto, no pueden presentarse.

Cuadro 4-9. Emisiones atmosféricas registradas de contaminantes tóxicos, operadoras de ductos, NPRI, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las operadoras de ductos |
|---|-------------------------------|---|
| n-Hexano ^{CA, EU} | 36 | 212,018 |
| Ácido sulfhídrico ^{CA, MX} | 22 | 15,565 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 29 | 8,382 |
| Tolueno ^{CA, EU} | 29 | 5,893 |
| Xilenos ^{CA, EU} | 29 | 2,540 |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 26 | 726 |
| Ciclohexano ^{CA, EU} | 1 | 200 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA, EU} | 2 | 30 |
| Total | | 245,354 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-10. Emisiones atmosféricas registradas de contaminantes tóxicos, operaciones de ductos, *RETC*, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las operadoras de ductos |
|------------------------------------|-------------------------------|---|
| Formaldehído ^{CA, EU, MX} | 4 | 785 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 3 | 5 |
| Acetaldehído ^{CA, EU, MX} | 3 | 4 |
| Acroleína ^{CA, EU, MX} | 3 | 1 |
| Total | | 795 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-11. Emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos, operadoras de ductos, NEI de EU, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las operadoras de ductos |
|--|-------------------------------|---|
| Formaldehído ^{CA, EU, MX} | 961 | 3,897,232 |
| n-Hexano ^{CA, EU} | 722 | 643,442 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 979 | 476,071 |
| Tolueno ^{CA, EU} | 837 | 469,859 |
| Acetaldehído ^{CA, EU, MX} | 556 | 445,131 |
| Acroleína ^{CA, EU, MX} | 457 | 333,540 |
| Xilenos ^{CA, EU} | 749 | 294,337 |
| Amoniaco ^{CA, EU} | 160 | 197,555 |
| Metanol ^{CA, EU} | 278 | 153,363 |
| Éter metil terbutílico ^{CA, EU} | 50 | 144,767 |
| Etilén glicol ^{CA, EU} | 31 | 106,946 |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 605 | 79,049 |
| Ácido clorhídrico ^{CA, EU} | 14 | 40,819 |
| Ácido fluorhídrico ^{CA, EU} | 3 | 14,415 |
| 1,3-Butadieno ^{CA, EU, MX} | 190 | 11,766 |
| Total | | 7,308,292 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-12. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas), operaciones de ductos, NPRI, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Emisiones al suelo | Inyección subterránea | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|--|-------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| n-Hexano ^{CA, EU} | 184 | 2,741 | 6,441 | 6,441 | 3,170 | 0 |
| Ácido sulfhídrico ^{CA, MX} | 0 | 0 | 4,283 | 4,283 | 3,473 | 0 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 97 | 97 | 148 | 0 |
| Tolueno ^{CA, EU} | 0 | 0 | 324 | 324 | 408 | 0 |
| Xilenos ^{CA, EU} | 0 | 0 | 571 | 571 | 660 | 0 |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 0 | 0 | 133 | 133 | 159 | 0 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39 |
| Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,834 | 0 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-13. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas), operadoras de ductos, RETC, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Emisiones al suelo | Inyección subterránea | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|---|-------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 59 | 0 | n.d. | 0 | 244 | 0 |
| Cromo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 266 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Arsénico y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 21 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Cadmio y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 13 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Níquel y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 475 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Mercurio y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 7 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |
| Cianuro ^{CA, EU, MX} | 5 | 0 | n.d. | 0 | 0 | 0 |

n.d. = no disponible.

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

En 2005 las operadoras de ductos canadienses registraron casi 12,000 kilogramos de seis contaminantes emitidos fuera de sitio para disposición (n-hexano y ácido sulfhídrico representaron la mayor parte de esta cantidad), y casi 10,000 kilogramos de estas mismas sustancias, además de plomo y sus compuestos, que se enviaron para reciclaje. Aparte de las emisiones al suelo de n-hexano, las cantidades de emisiones al agua y transferidas por este sector fueron muy bajas.

Al igual que las emisiones de contaminantes atmosféricos peligrosos, las otras emisiones y transferencias registradas por las plantas mexicanas del sector fueron menores (un poco más de 1,000 kilogramos), y consistieron principalmente de siete contaminantes emitidos al agua. Aunque las cantidades registradas son menores, algunos en estos contaminantes —arsénico, cromo, níquel, plomo y sus compuestos— se consideran importantes en términos de su riesgo potencial para la salud humana y el medio ambiente, por lo que en general tienen umbrales de registro más bajos en los RETC.

Las operadoras de ductos, al igual que las plantas productoras de petróleo y gas en Estados Unidos, no están sujetas a registros en el TRI. En la medida en que los contaminantes registrados en Canadá y México sí lo están, con excepción del ácido sulfhídrico, la exención de este sector puede tener un importante efecto en el panorama de la contaminación de la industria petrolera en Estados Unidos.

Mapa 4-2. Refinerías petroleras en América del Norte, 2005



Refinerías petroleras

Las refinerías procesan el petróleo crudo para convertirlo en productos diversos como gasolina, combustible de calefacción doméstica, asfalto e insumos para la petroquímica. Estas plantas se construyen en función de sus insumos de petróleo crudo, además de impurezas como el azufre y la cera, por lo que requieren equipo especial durante el proceso de refinación. Las refinerías emplean procesos diversos para separar las moléculas del petróleo crudo según el tamaño, lo que incluye destilación y “craqueo”, o para la separación adicional y

el reacomodo de cadenas de moléculas. Estas fracciones procesadas son a continuación tratadas para remover impurezas como azufre, nitrógeno, agua, metales y sales, para finalmente convertirlas en productos que pueden almacenarse en el sitio.

Refinerías petroleras en América del Norte

En 2005 Canadá contaba con 19 refinerías (incluida una refinería petroquímica y una planta procesadora de petróleo pesado), México tenía seis y Estados Unidos contaba con 158, petroquímicas 15 de éstas (**mapa 4-2**).

Muchas **refinerías canadienses** cuentan con licencias de operación de sus respectivos gobiernos provinciales (o en algunos casos de las autoridades municipales). Estas licencias varían mucho; algunas se aplican a un contaminante, otras a un proceso o unidad particulares (CCME, 2003). El Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (*Canadian Council of Ministers of the Environment, CCME*) elaboró un Marco Nacional para la Reducción de Emisiones en las Refinerías de Petróleo (*National Framework for Petroleum Refinery*

Emission Reductions).⁹ Dicho marco identifica herramientas que los gobiernos provinciales pueden utilizar para establecer límites máximos por planta a la emisión de contaminantes atmosféricos de criterio y benceno, además de proponer una estrategia para el monitoreo y registro de emisiones. El CCME también elaboró una Norma Pancanadiense en dos etapas para el benceno que establece una reducción de 30 por ciento en las emisiones de dicha sustancia para 2000 (con 1995 como base) y reducciones ulteriores de 6,000 toneladas para 2010 (CCME, 2001).

Las emisiones de mercurio de las refinerías se derivan principalmente del mercurio contenido en el petróleo crudo, que varía mucho de una región a otra. En 2002 el ministerio de Medio Ambiente de Canadá y el Instituto Canadiense del Petróleo (*Canadian Petroleum Products Institute*, CPPI) realizaron pruebas en petróleo crudo para determinar las concentraciones de mercurio. Los nuevos valores respecto de concentraciones promedio de mercurio en el petróleo crudo son de 2.6 ± 0.5 partes por mil millones de petróleo. Con estas concentraciones, una refinería que utiliza alrededor de 41,000 barriles de crudo por día deberá registrar ante el NPRI emisiones de cinco kilogramos de mercurio por año (CPPI, 2007b).

Muchas refinerías cuentan con plantas de tratamiento primario y secundario de aguas residuales. En Canadá, las emisiones de agua de algunas refinerías están bajo la regulación federal de los Reglamentos de Efluentes Líquidos de las Refinerías Petroleras (*Petroleum Refinery Liquid Effluent Regulations*), que establecen límites sobre petróleo y grasas, fenoles, sulfuros, nitrógeno amoniacal y sólidos suspendidos totales. En Quebec, los efluentes líquidos de las refinerías son de jurisdicción provincial. Algunas refinerías del occidente canadiense registran la inyección subterránea de sustancias químicas. Pueden también esparcir lodos de refinación en suelo; no todas las provincias permiten estas prácticas, debido a que pueden generar contaminación del suelo o las aguas superficiales o subterráneas.

Como se indicó, las mejoradoras son grandes instalaciones industriales que procesan el

petróleo pesado o bitumen para convertirlo en crudo sintético antes de embarcarlo en ductos o pasarlo por refinación ulterior. Las mejoradoras son parecidas a las refinerías y emplean procesos similares, pero por lo general se ubican cerca de los campos de petróleo o gas. Según la naturaleza específica de sus operaciones y el tipo de crudo que procesen, las mejoradoras se consideran una planta productora de petróleo o una refinería. Las cuatro mejoradoras consideradas en el presente informe son canadienses. Tres fueron clasificadas por el ministerio de Medio Ambiente de Canadá como plantas de producción de petróleo o gas y la cuarta fue clasificada como refinería. Los procesos usualmente aplicados por las mejoradoras son también llevados a cabo en algunas refinerías en Estados Unidos y México.

Las seis **refinerías mexicanas**, todas operadas por Pemex, tienen capacidades comparables de entre 200,000 y 300,000 barriles diarios. Pemex Refinación (Pref) procesa petróleo crudo y elabora productos y derivados. Además de sus seis refinerías, Pref incluye también la infraestructura de transporte y almacenamiento respectiva; por ejemplo, terminales terrestres y marinas, buques-tanque y ductos.

Desde 1999 Pemex cuenta con un sistema de administración corporativo y de seguridad para sus refinerías. En 2007-2008 se estableció un sistema mejorado con base en una plataforma de registro electrónico, denominado Pemex SSPA (Seguridad, Salud y Protección Ambiental) para fijar nuevas metas ambientales corporativas. Dichas metas incluyen una reducción de 30 por ciento en las emisiones de dióxido de azufre para 2010.

La norma promulgada en 2005 requiere la recuperación de 90 por ciento de azufre para 2008 en

algunas refinerías y en 2010 para otras.¹⁰ El cumplimiento de la norma exigirá grandes inversiones en las refinerías actuales.

Las **refinerías estadounidenses** se rigen mediante normas nacionales integrales. Las Normas de Desempeño para Fuentes Nuevas de 1974 (*New Source Performance Standards*, NSPS) en términos de la Ley de Aire Limpio se han reformado varias veces para agregar límites a los óxidos de azufre en la recuperación de azufre y en las unidades de craqueo catalítico fluidizado. Se aprobó además una reforma en abril de 2008, pero suspendida en mayo, que establecía límites más estrictos respecto de partículas suspendidas y emisiones de SO_x y de NO_x en las nuevas unidades de craqueo catalítico, coquización y calderas de proceso, y en emisiones de SO_2 en todas las unidades recuperadoras de azufre. Requería también el seguimiento de partículas empleando monitoreo de parámetros o monitoreo continuo de emisiones (US EPA, 2008a).

Las refinerías de Estados Unidos están también reguladas por las Normas Nacionales de Emisiones para Contaminantes Atmosféricos Peligrosos de 2005 en términos de la Ley de Aire Limpio. La EPA debe revisar las normas de mejor tecnología de control disponible cada ocho años para tomar en cuenta las mejoras en la tecnología de prevención y control de la contaminación y decidir con base en ello si son necesarias normas más estrictas de protección de la salud. La EPA decidió recientemente que los riesgos para la salud humana y el medio ambiente son suficientemente bajos como para

¹⁰ La NOM-148-SEMARNAT-2006 (DOF: 28 de noviembre de 2007) establece la eficiencia de la recuperación del sulfuro en las refinerías petroleras con diversas fechas de cumplimiento para las refinerías existentes.

Cuadro 4-14. Contenido de azufre en la gasolina regular y el diésel por país, 2004-2008 (partes por millón)

| Año | Canadá | | México | | Estados Unidos | |
|------|----------|--------|----------|--------|----------------|--------|
| | Gasolina | Diésel | Gasolina | Diésel | Gasolina | Diésel |
| 2004 | 150 | 500 | 500 | 500 | 300 | 500 |
| 2005 | 30 | 500 | 300 | 300 | 30 | 500 |
| 2006 | 30 | 15 | 300 | 300 | 30 | 500 |
| 2007 | 30 | 15 | 300 | 15 | 30 | 15 |
| 2008 | 30 | 15 | 30 | 15 | 30 | 15 |

Nota: No se trata de directivas generales; cada país tiene requisitos específicos que pueden variar por estación o región.

⁹ El CCME no es un cuerpo normativo; más bien formula lineamientos que pueden ser adoptados por las provincias canadienses.

no requerir controles adicionales (US EPA, 2008a). Las refinerías están también regidas por otras regulaciones federales, estatales y locales, entre otras las que regulan las emisiones de compuestos orgánicos volátiles.

A partir de 2000, en representación de la Iniciativa Nacional sobre Refinerías Petroleras de la EPA, diversos funcionarios negociaron acuerdos jurídicamente vinculantes con 96 refinerías. Estos acuerdos establecerán reducciones en las emisiones de óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, benceno, COV y partículas (US EPA, 2008b).

Calidad del combustible

En años recientes, debido a preocupaciones sobre la calidad del aire y la necesidad de cumplir los requisitos para los sistemas de control de emisiones de los vehículos nuevos, las cantidades de azufre y benceno en los combustibles se han reducido en Canadá, Estados Unidos y México (**cuadro 4-14**). Estos cambios en la calidad de los combustibles han requerido importantes cambios en las refinerías. En los tres países se han reducido las cantidades de azufre en las gasolinas (la regular y la baja en azufre) y el diésel (el regular y el bajo en azufre), aunque no en los mismos niveles o con los mismos calendarios.

Las regulaciones sobre la calidad del combustible han tenido también un impacto en las emisiones y transferencias de las refinerías. Los esfuerzos por reducir los niveles de azufre en el diésel y la gasolina requieren por lo general procesos catalíticos. Muchos catalizadores contienen diversos metales y, con el tiempo, conforme el catalizador se gasta, debe pasar por regeneración o enviarse a disposición cuando la unidad sale de servicio para mantenimiento. El proceso para reducir el azufre en el diésel y la gasolina genera también emisiones en las refinerías con contenido de óxidos de azufre.

Canadá, Estados Unidos y México colaboran para que las aguas costeras y los Grandes Lagos se declaren áreas de control de emisiones de azufre en términos del acuerdo Marpol de la Organización Marítima Internacional. El contenido de azufre de los combustibles marinos se limitaría a 1.5 por ciento (CAPP, 2007). Aunque no se añade ya plomo a la gasolina para automóviles en ninguno de los tres países, dicha sustancia se agrega a ciertos tipos de combustible de aviación.

Quemadores

Es posible que en las refinerías se utilicen mecheros para incinerar productos de petróleo y gas con el fin de evitar su emisión directa en la atmósfera (por ejemplo, para reducir las emisiones de compuestos orgánicos volátiles). No obstante, cuando un producto petrolero se envía al mechero por lo general elude otros dispositivos de control de la contaminación y puede emitir grandes cantidades de dióxido de azufre y otros contaminantes atmosféricos. De hecho, un día de incineración en mechero de gas ácido puede emitir más dióxido de azufre que el que se recupera en una unidad de recuperación en un año (US EPA, 2000a). Los reglamentos de la Ley de Aire Limpio exentan esta incineración de los límites de emisión de dióxido de azufre cuando se debe a una alteración de proceso o una emergencia por mal funcionamiento. Los actuales factores de emisión se basan en el supuesto de que los quemadores destruyen entre 98 y 99 por ciento de los contaminantes peligrosos. Este alto nivel de combustión, sin embargo, se alcanza únicamente en las condiciones óptimas, lo que sugiere que los mecheros que arrojan humo (en lugar de una pluma clara en el escape) o las operaciones de incineración que se efectúan con vientos rápidos pueden incrementar las emisiones (Environmental Integrity Project, 2007).

Cuestiones ambientales y de salud asociadas con las refinerías petroleras

Las principales cuestiones relacionadas con la refinación de petróleo son las emisiones en chimenea de contaminantes atmosféricos de criterio (por ejemplo, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas, COV y monóxido de carbono), contaminantes tóxicos (por ejemplo, benceno, metales e hidrocarburos aromáticos policíclicos) y GEI; emisiones al agua, mantos freáticos y suelo; derrames y fugas, así como los métodos asociados con la disposición de residuos petroleros.

Además de las emisiones de chimenea, también son objeto de preocupación las emisiones fugitivas de las válvulas, juntas, bordes, conectores, respiraderos y ductos. Aunque estas emisiones pueden ser pequeñas, por lo general resultan continuas, numerosas y emitidas cerca del suelo, con lo que aumenta la posible exposición de los trabajadores y otras personas cercanas a la instalación.

Prevención y control de la contaminación

Los representantes de las refinerías petroleras proporcionaron detalles sobre sus tecnologías de prevención y control de la contaminación. Por ejemplo, al remover el azufre del diésel y la gasolina, las refinerías lo encauzan hacia unidades recuperadoras, lo que puede reducir los óxidos de azufre en alrededor de 95 por ciento. Algunas refinerías emplean depuradores de gas húmedo para eliminar emisiones de SO_x del escape del regenerador de las unidades de craqueo. Los depuradores emplean solución de cenizas de bicarbonato de sodio para reducir la mayor parte de las emisiones de SO_x además de una gran reducción en partículas suspendidas. Se han instalado también quemadores bajos en NO_x en hornos y calderas en varias refinerías, además de que varias plantas cuentan con monitoreo continuo de emisiones de las turbinas de las unidades de combustión.

Debido a que la medición directa de las emisiones fugitivas toma mucho tiempo, se ha llegado a acuerdos respecto de su cálculo mediante factores de emisión. Una vez identificadas, las emisiones pueden controlarse, lo que resulta en importantes ahorros al detener la evaporación del producto. Los programas actuales de detección y reparación de fugas establecen la definición de lo que constituye una fuga (misma que puede tener grandes variaciones, de 10 a 10,000 partes por millón), requieren inspecciones regulares de todas las fuentes (que pueden variar de diarias a cada año) y establecen calendarios para la reparación de las fugas (mismos que pueden variar). La Ley de Aire Limpio establece que las refinerías de Estados Unidos deben contar con programas de inspección y reparación de fugas. Se han instalado monitores de COV de alta reactividad en las torres de enfriamiento y quemadores de algunas plantas. En un caso, las fugas representaron alrededor de 90,700 kilogramos anuales, y al reducir las fugas se ahorraron a la planta \$EU127,000.

Por lo general, las refinerías cuentan con tanques de almacenamiento y estanques de contención. El revestimiento de polipropileno de alta densidad puede prevenir que las fugas de los tanques de almacenamiento lleguen a los mantos freáticos; con medidores redundantes de nivel y sistemas de alarma se puede prevenir el llenado excesivo en los tanques de almacenamiento, y pueden instalarse también unidades

Refinería Carson, BP West Coast Products, Estados Unidos

La refinería Carson, de BP West Coast Products LLC, se ubica en un suburbio de Los Ángeles, California, en donde procesa petróleo crudo principalmente de Alaska para producir gasolina, diésel, turbosina y coque petrolero. Su producción representa alrededor de 25 por ciento de la gasolina del sur de California, alrededor de 40 por ciento del combustible diésel y cerca de 50 por ciento de la turbosina empleada en el aeropuerto de Los Ángeles (LAX). La refinería, de tamaño medio, con una capacidad de alrededor de 265,000 barriles diarios, es una de las cinco propiedad de la empresa controladora BP America. En el mismo sitio se ubica la planta de cogeneración Watson, una de las mayores de California, que produce electricidad para 400,000 hogares en el área de Los Ángeles. La refinería contaba con operaciones petroquímicas, que se vendieron en 2005. En la actualidad, Carson es principalmente una refinería con grandes tanques de almacenamiento. La planta de cogeneración y la refinería presentan registros como una sola instalación ante el TRI.

El petróleo crudo recibido en la refinería se calienta para separar el crudo en varios productos intermedios y finales. La refinería cuenta con una amplia red de ductos, válvulas, compresoras y bombas para transferir los insumos, combustibles y productos a la unidad de proceso y de ésta a los tanques de almacenamiento y diversos tipos de equipo de distribución. Se emplean catalizadores para apoyar las reacciones químicas de la refinería. La unidad de reacción pasa por mantenimiento cada tres a cinco años, pausa en la que los catalizadores usados se sustituyen con nuevos y se da limpieza y mantenimiento a los sistemas de control de la contaminación. Los metales de los catalizadores usados (por ejemplo, molibdeno, zinc y níquel) se registran ante el TRI. Este tipo de metales puede variar según el tipo y la cantidad de catalizadores que se transfieran fuera de sitio para disposición en un año determinado. Las emisiones por incineración en mecheros pueden generarse con mayor frecuencia durante el arranque y el apagado de las unidades, pero se compensan por la ausencia de emisiones durante el tiempo que la unidad está fuera de servicio.

En tanques de superficie ubicados alrededor de la refinería se almacenan insumos, productos intermedios, productos finales y otros materiales. El diseño moderno de los tanques de almacenamiento para los líquidos volátiles de petróleo incluye un techo flotante, con juntas y sellos en todos sus orificios y un sello principal que cubre el hueco entre la tapa flotante y la pared del tanque. En muchos de los tanques se han instalado también domos, pero los que contienen líquidos menos volátiles por lo general tienen techos fijos.

Al igual que la mayoría de las refinerías, BP Carson cuenta con una unidad de recuperación de azufre, que elimina el ácido sulfhídrico de varios gases. Un separador de aguas residuales en sitio separa el aceite del agua antes de que ésta se envíe a la planta de tratamiento pública. Algunos gases de las unidades de proceso se incineran en mecheros para remover el combustible de gas no quemado. La refinería BP Carson cuenta con certificación ISO 14001 desde 2002 y ha instalado varios sistemas selectivos de reducción catalítica para disminuir las emisiones de NO_x de la caldera y la unidad de craqueo catalítico. Se modernizó también recientemente el precipitador electrostático para reducir la emisión de partículas del FCCU.

La refinería registra sus emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio ante las autoridades locales del manejo de la calidad del aire de la Costa Sur (*South Coast Air Quality Management District*). En la actualidad, los gases de efecto invernadero no deben registrarse antes las autoridades reguladoras, pero se calculan en lo interno para el informe corporativo ambiental y se registran de forma voluntaria ante el Registro de Acción Climática de California. Más información en: <www.bp.com/printsectiongenericarticle.do?categoryId=9005027&contentId=7009099>.

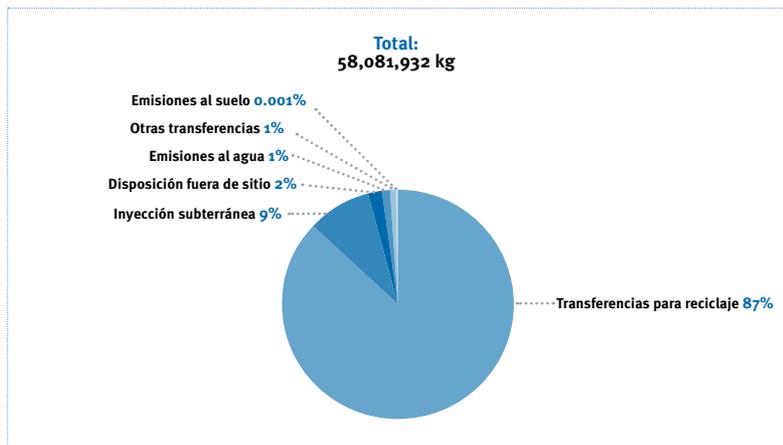
de recuperación de vapor en los tanques. El uso de nuevos dispositivos electrónicos de mano (analizadores láser DIAL) permite la medición a distancia, a diferencia de los métodos previos en que cada sello o junta debía verificarse. Algunos de estos dispositivos han permitido configurar un panorama diferente de las emisiones fugitivas que el que se tenía empleando factores de emisión. Por ejemplo, las cantidades de

COV y benceno medidas en una refinería canadiense mediante el empleo de dispositivos láser DIAL fueron hasta 10 veces mayores que las calculadas empleando los factores de emisión. En Canadá, el CCME y las asociaciones industriales han elaborado normas para reducir las emisiones fugitivas.

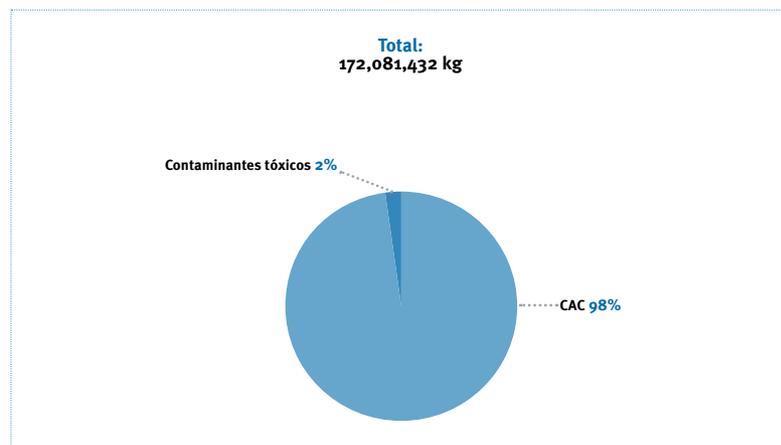
Aunque no hay en México reglamentos específicos sobre la detección y reparación de fugas, Pemex

ha reducido sus pérdidas por medio de mejores programas de mantenimiento, procedimientos de inspección y respuesta ante las quejas de los ciudadanos. Para la inspección del interior de los ductos se emplean sistemas SCADA de monitoreo remoto. Las fugas y los derrames representaron 3,528 toneladas de las emisiones totales de las refinerías en 2005 (Pemex, 2005).

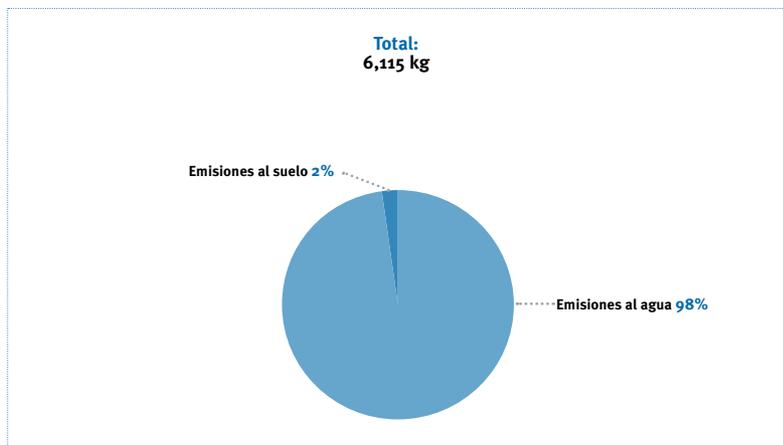
Gráfica 4-16. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) de las refinerías petroleras canadienses, 2005



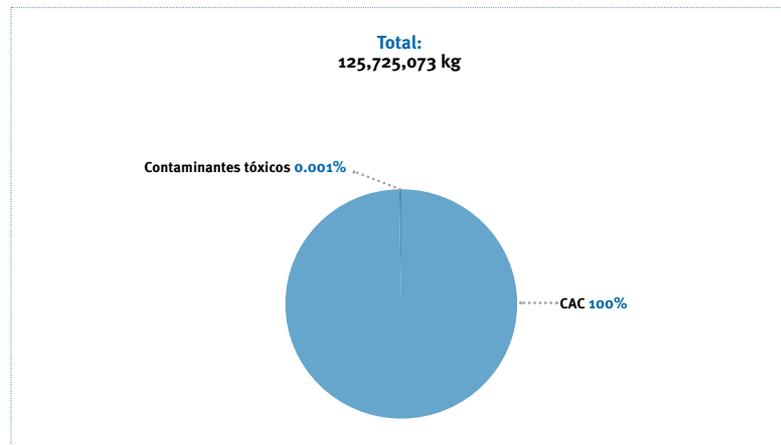
Gráfica 4-17. Emisiones atmosféricas de las refinerías petroleras canadienses, 2005 (CAC y contaminantes tóxicos)



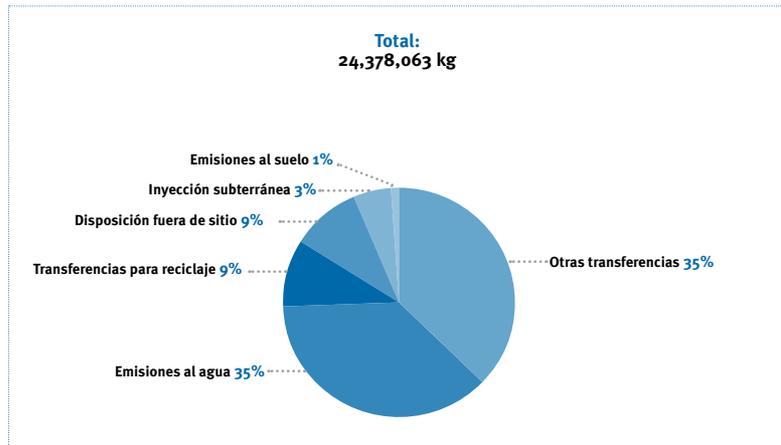
Gráfica 4-18. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) de las refinerías petroleras mexicanas, 2005



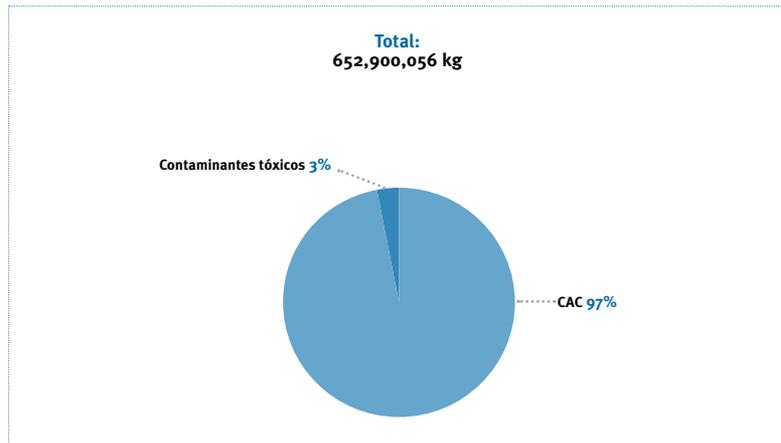
Gráfica 4-19. Emisiones atmosféricas de las refinerías petroleras mexicanas, 2005 (CAC y contaminantes tóxicos)



Gráfica 4-20. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) de las refinerías petroleras estadounidenses, 2005



Gráfica 4-21. Emisiones atmosféricas de las refinerías petroleras estadounidenses, 2005 (CAC y contaminantes tóxicos)



Cuadro 4-15. Emisiones de CAC de las refinerías petroleras de América del Norte, por país, 2005

| Contaminantes atmosféricos de criterio | NPRI | | RETC | | NEI de EU | | Total |
|--|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------|
| | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | |
| Dióxido de azufre | 19 | 94,028,332 | 6 | 68,544,560 | 129 | 224,701,720 | 387,274,612 |
| Óxidos de nitrógeno | 19 | 28,355,495 | 6 | 16,418,364 | 129 | 131,846,102 | 176,619,961 |
| Monóxido de carbono | 19 | 18,093,708 | 6 | 10,034,568 | 129 | 119,411,835 | 147,540,111 |
| Compuestos orgánicos volátiles | 19 | 14,396,528 | 6 | 10,981,688 | 129 | 90,358,650 | 115,736,866 |
| Partículas suspendidas totales (PM) | 18 | 6,203,253 | 6 | 10,803,476 | 129 | 8,329,349 | 25,336,078 |
| PM ₁₀ | 19 | 4,526,561 | 6 | 8,902,874 | 129 | 31,339,500 | 44,768,935 |
| PM _{2.5} | 19 | 2,941,175 | n.d. | n.d. | 129 | 27,170,589 | 30,111,764 |
| Total | | 168,545,052 | | 125,685,531 | | 633,457,744 | 927,388,327 |

n.d. = no disponible.

El agua residual de las refinerías contiene aceites que deben eliminarse. Pueden reducirse las emisiones mediante la instalación de equipos de control en la tubería de drenaje y en las cajas de conexión de su sistema de aguas residuales. Algunas refinerías en Canadá y Estados Unidos cuentan con sistema biológico de tratamiento de efluentes de aguas residuales con microbios que descomponen los hidrocarburos. Las refinerías y las plantas de procesamiento de gas mexicanas han contado con plantas de tratamiento de aguas residuales desde hace varios años. Las refinerías hacen nuevos esfuerzos para reducir el uso de aguas superficiales mediante la aplicación de tecnologías de reciclaje.

Emisiones y transferencias registradas

En América del Norte, las refinerías deben presentar registros ante sus respectivos RETC. Los datos sobre los contaminantes atmosféricos de criterio de las refinerías de Estados Unidos que presentan registros ante el TRI se obtuvieron del NEI. En las gráficas 4-17, 4-19 y 4-21 figuran las emisiones atmosféricas en cada país y en las gráficas 4-16, 4-18 y 4-20 se presentan las otras emisiones y transferencias.

En 2005, 19 refinerías petroleras canadienses, entre éstas una petroquímica y una mejoradora de petróleo pesado, registraron alrededor de 230 millones de kilogramos de emisiones y transferencias. Aproximadamente, 75 por ciento (172 millones de kilogramos) fueron emisiones atmosféricas, principalmente (168.5 millones de kilogramos) de contaminantes atmosféricos de criterio emitidos por las 19. En México, seis refinerías registraron un total de 125,731,188 kilogramos de emisiones y transferencias, la mayor parte de las cuales fueron de contaminantes atmosféricos de criterio. En Estados Unidos, 158 refinerías, entre éstas 15 petroquímicas, registraron alrededor de 677 millones de kilogramos en emisiones y transferencias, de las cuales casi 653 millones de kilogramos fueron emisiones atmosféricas. Alrededor de 97 por ciento de las emisiones al aire fueron contaminantes atmosféricos de criterio registrados por 129 plantas.

Al igual que en la situación descrita para los sectores de producción de petróleo y gas y las operaciones de ductos, las emisiones y transferencias registradas en 2005 por las refinerías petroleras de América del Norte fueron predominantemente emisiones atmosféricas, en particular contaminantes

atmosféricos de criterio. El dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles y el monóxido de carbono dieron cuenta de alrededor de 90 por ciento de los 927 millones de kilogramos de **contaminantes atmosféricos de criterio** emitidos (**cuadro 4-15**).

En 2005 todas las refinerías que presentan registros informaron sobre emisiones y transferencias de **contaminantes tóxicos**. Las cantidades y tipos de emisiones y transferencias de las plantas petroleras en cada sector y país dependen de varios factores. Ello es en particular cierto para el caso de las refinerías, en el que los factores incluyen la naturaleza del proceso empleado, los insumos, el tipo y edad de la planta y el mantenimiento y tipos de control de la contaminación empleados.

Las **emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos** en cada país se presentan en los **cuadros 4-16 y 4-18**. Otras emisiones y transferencias registradas se presentan en los **cuadros 4-19 a 4-21**.

En Canadá, la mayoría de las refinerías registraron 15 de los 22 contaminantes tóxicos del **cuadro 4-16**. Éstos representaron 98 por ciento de los casi 3.5 millones de kilogramos de sustancias tóxicas emitidas al aire que estas plantas registraron en 2005. En total, las refinerías canadienses presentaron registros de 62 contaminantes tóxicos.

Las seis refinerías mexicanas registraron emisiones atmosféricas de ocho de los nueve contaminantes tóxicos mostrados en el **cuadro 4-17** (una no registró 1,1,1-tricloroetano) por un total de 39,542 kilogramos.

En Estados Unidos, la gran mayoría de las 158 refinerías registraron emisiones atmosféricas de 11 de las 22 sustancias tóxicas del **cuadro 4-18**. Estos 22 contaminantes representaron 97 por ciento de los 19.7 millones de kilogramos registrados en 2005. En total, 85 contaminantes tóxicos fueron registrados como emisiones al aire por las refinerías estadounidenses.

Tomando en cuenta los tres países, 35 contaminantes tóxicos representaron la mayoría de las emisiones de sustancias tóxicas de las refinerías petroleras. De esas emisiones, 31 estuvieron sujetas a registro tanto en Canadá como en Estados Unidos, pero sólo 13 lo estuvieron en el *RETC*.

Los contaminantes tóxicos registrados en grandes cantidades tanto en Canadá como en Estados Unidos fueron amoníaco, 1,2,4-trimetilbenceno,

Cuadro 4-16. Emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos de las refinerías petroleras en Canadá, NPRI, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las refinerías petroleras |
|---|-------------------------------|--|
| Ácido sulfúrico ^{CA, EU} | 17 | 1,613,713 |
| Xilenos ^{CA, EU} | 19 | 256,825 |
| Tolueno ^{CA, EU} | 19 | 249,370 |
| n-Hexano ^{CA, EU} | 19 | 224,165 |
| Propileno ^{CA, EU} | 14 | 136,770 |
| Vanadio y sus compuestos ^{CA, EU} | 9 | 126,203 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 19 | 98,641 |
| Ácido sulfhídrico ^{CA, MX} | 17 | 81,732 |
| Metil etil cetona ^{CA} | 3 | 80,224 |
| Metil isobutil cetona ^{CA, EU} | 3 | 71,737 |
| Éter metil terbutílico ^{CA, EU} | 2 | 66,652 |
| Ácido clorhídrico ^{CA, EU} | 4 | 65,584 |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 19 | 65,555 |
| Ciclohexano ^{CA, EU} | 19 | 65,451 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA, EU} | 19 | 55,055 |
| Níquel y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 10 | 54,755 |
| Etileno ^{CA, EU} | 12 | 51,984 |
| Amoníaco ^{CA, EU} | 16 | 35,417 |
| Ácido fluorhídrico ^{CA, EU} | 4 | 34,295 |
| Naftaleno ^{CA, EU} | 15 | 17,692 |
| Aluminio (humo o polvo) ^{CA, EU} | 2 | 14,523 |
| Cloro ^{CA, EU} | 3 | 12,437 |
| Total | | 3,478,780 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-17. Emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos de las refinerías petroleras en México, *RETC*, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las refinerías petroleras |
|---|-------------------------------|--|
| Níquel y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 6 | 23,389 |
| Formaldehído ^{CA, EU, MX} | 6 | 14,080 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 6 | 650 |
| Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 6 | 449 |
| Arsénico y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 6 | 377 |
| Cromo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 6 | 311 |
| Cadmio y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 6 | 182 |
| 1,1,1-tricloroetano ^{EU, MX} | 5 | 57 |
| Mercurio y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 6 | 48 |
| Total | | 39,542 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-18. Emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos de las refinerías petroleras en Estados Unidos, TRI, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las refinerías petroleras |
|---|-------------------------------|--|
| Amoniaco ^{CA,EU} | 115 | 3,892,174 |
| Ácido sulfúrico ^{CA,EU} | 73 | 3,680,671 |
| n-Hexano ^{CA,EU} | 145 | 1,925,824 |
| Tolueno ^{CA,EU} | 146 | 1,716,478 |
| Propileno ^{CA,EU} | 116 | 1,590,147 |
| Xilenos ^{CA,EU} | 148 | 1,379,918 |
| Benceno ^{CA,EU,MX} | 149 | 942,966 |
| Etileno ^{CA,EU} | 113 | 649,712 |
| Ácido clorhídrico ^{CA,EU} | 55 | 504,575 |
| Ciclohexano ^{CA,EU} | 138 | 427,731 |
| Metanol ^{CA,EU} | 78 | 400,824 |
| Éter metil terbutílico ^{CA,EU} | 33 | 344,192 |
| Etilbenceno ^{CA,EU} | 145 | 282,466 |
| Sulfuro de carbonilo ^{CA,EU} | 73 | 277,295 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA,EU} | 129 | 252,704 |
| Metil isobutil cetona ^{CA,EU} | 7 | 162,519 |
| Naftaleno ^{CA,EU} | 128 | 130,092 |
| Cianuro ^{CA,EU,MX} | 15 | 126,358 |
| Cumeno ^{CA,EU} | 83 | 121,537 |
| 1,3-Butadieno ^{CA,EU,MX} | 92 | 115,884 |
| Ácido fluorhídrico ^{CA,EU} | 50 | 115,819 |
| Fenol ^{CA,EU,MX} | 75 | 110,678 |
| Total | | 19,150,564 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-19. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) de las refinerías petroleras en Canadá, NPRI, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|---|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Ácido sulfúrico ^{CA,EU} | 0 | 0 | 179 | 0 | 50,270,098 | 4,005 |
| Amoniaco ^{CA,EU} | 182,528 | 4,588,522 | 0 | 1,143 | 127 | 27,437 |
| Asbestos (friables) ^{CA,EU,MX} | 0 | 0 | 0 | 580,798 | 0 | 0 |
| Compuestos nitrosos ^{CA,EU} | 309,726 | 1,536 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Metanol ^{CA,EU} | 0 | 240,658 | 0 | 0 | 0 | 1,045 |
| Tolueno ^{CA,EU} | 368 | 198,210 | 1,867 | 32,014 | 3,382 | 388 |
| Trióxido de molibdeno ^{CA,EU} | 0 | 0 | 0 | 3,810 | 203,329 | 0 |
| Fluoruro de calcio ^{CA} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 169,400 |
| Níquel y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 86 | 0 | 1,654 | 31,326 | 112,707 | 0 |
| Fósforo ^{CA,EU} | 4,921 | 0 | 6,528 | 21,188 | 44,995 | 55,495 |
| Xilenos ^{CA,EU} | 204 | 88,887 | 2,280 | 32,152 | 4,831 | 2,233 |
| Fenol ^{CA,EU,MX} | 3,637 | 80,148 | 14 | 4 | 33,796 | 35 |
| Zinc y sus compuestos ^{CA,EU} | 160 | 397 | 58 | 66,460 | 37,580 | 0 |
| Dietanolamina ^{CA,EU} | 3,726 | 23,773 | 31 | 1,147 | 510 | 72,722 |
| Etilén glicol ^{CA,EU} | 1,898 | 59,548 | 288 | 2,654 | 0 | 3,025 |
| Aluminio ^{CA,EU} | 1,445 | 0 | 0 | 46,982 | 0 | 0 |
| Benceno ^{CA,EU,MX} | 244 | 32,557 | 830 | 12,029 | 1,750 | 111 |
| Ciclohexano ^{CA,EU} | 77 | 8,544 | 1,262 | 26,735 | 1,955 | 8,400 |
| n-Hexano ^{CA,EU} | 0 | 32,740 | 321 | 8,096 | 1,298 | 0 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA,EU} | 38 | 25,662 | 676 | 1,941 | 951 | 625 |
| Cromo y sus compuestos ^{CA,EU,MX} | 0 | 0 | 145 | 8,892 | 19,500 | 0 |
| Vanadio y sus compuestos ^{CA,EU} | 658 | 0 | 1,775 | 17,719 | 6,962 | 0 |
| N-Metil-2-pirrolidona ^{CA,EU} | 0 | 25,479 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Etilbenceno ^{CA,EU} | 99 | 16,114 | 456 | 6,768 | 1,394 | 242 |
| Ácido sulfhídrico ^{CA,MX} | 137 | 16,481 | 33 | 2,041 | 79 | 4,756 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

etilbenceno, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, metil isobutil cetona, ácido sulfúrico y xilenos. Entre los otros contaminantes emitidos al aire en cantidades relativamente pequeñas pero por la mayoría de las plantas (y que no se presentan en los cuadros 4-16 a 4-18) hubo diferencias entre Canadá y Estados Unidos, la principal fue que las plantas estadounidenses registraron más contaminantes que las canadienses. Los contaminantes registrados en ambos países incluyeron plomo y sus compuestos y mercurio y sus compuestos, además de compuestos aromáticos policíclicos.

En México, sólo dos contaminantes tóxicos fueron registrados como emisiones atmosféricas: formaldehído y níquel y sus compuestos, este último también registrado por refinerías canadienses y estadounidenses.

Las refinerías de Canadá, Estados Unidos y México registraron **otras emisiones y transferencias** en 2005, además de las atmosféricas. Las emisiones al agua, suelo, inyección subterránea y las disposiciones y transferencias para reciclaje o tratamiento ulterior por las refinerías de cada país se presentan en los cuadros 4-19 a 4-21.

Además de las emisiones atmosféricas de los contaminantes tóxicos, las refinerías canadienses registraron otras emisiones y transferencias por 58 millones de kilogramos. De los 71 contaminantes registrados, 25 dieron cuenta de más de 99 por ciento del total (cuadro 4-19). De esta cantidad, entre el ácido sulfúrico y el amoniaco sumaron alrededor de 95 por ciento. Más de 50 millones de kilogramos fueron transferencias para reciclaje (principalmente de ácido sulfúrico). Alrededor de 4.5 millones de kilogramos de amoniaco se enviaron para inyección subterránea. El amoniaco y los compuestos nitrados también fueron emitidos al agua en 2005.

En México, las refinerías emitieron 6,115 kilogramos de los ocho contaminantes tóxicos del cuadro 4-20, siete de ellos al agua; casi todas las sustancias emitidas fueron metales.

En 2005 las refinerías estadounidenses registraron alrededor de 24 millones de kilogramos en emisiones (diferentes de las atmosféricas) y transferencias. De los 72 contaminantes registrados, 25 dieron cuenta de más de 97 por ciento del total (cuadro 4-21). Los principales cinco contaminantes representaron más de la mitad del total. Se

emitieron grandes cantidades de compuestos nitrados y amoniaco al agua y otros medios. Algunos metales, entre ellos vanadio, níquel, cobalto, manganeso, plomo y sus compuestos, se emitieron al suelo o se transfirieron fuera de sitio para disposición o reciclaje.

Los cuadros 4-19 a 4-21 muestran que casi todos los contaminantes registrados en las mayores cantidades por las refinerías en los tres países fueron comunes tanto a Canadá como a Estados Unidos. Entre las diferencias figuran las grandes cantidades de etileno registradas por las refinerías estadounidenses, pero no por las canadienses. En contraste, el fluoruro de calcio y el ácido sulfhídrico fueron registrados por la mayoría de las refinerías canadienses, pero dichos contaminantes no están sujetos a registro en el TRI.

De todos los contaminantes registrados en cualquier cantidad en los tres países (63 en Canadá, ocho en México y 67 en Estados Unidos), una docena también estuvo sujeta a registros en el *RETC*, entre otros benceno, ácido sulfhídrico, formaldehído, estireno y asbestos, además de algunos metales y sus compuestos (por ejemplo, mercurio, plomo, níquel, cromo y cadmio).

Siete de estos contaminantes tóxicos fueron registrados como emisiones al agua por refinerías de México, con 152 kilogramos adicionales de dióxido de cloro emitidos al suelo. Las diferencias en los contaminantes sujetos a registro en el *RETC* de México pueden explicar el menor número de contaminantes registrados por las refinerías mexicanas. Sin embargo, algunos de los contaminantes registrados en grandes cantidades en Canadá o en Estados Unidos (por ejemplo, benceno y ácido sulfhídrico) estuvieron también sujetos a registro en el *RETC*.

Cuadro 4-20. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) de las refinerías petroleras en México, *RETC*, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|---|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Níquel y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 1,991 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cromo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 1,630 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 1,120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cianuro ^{CA, EU, MX} | 895 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Arsénico y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 178 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dióxido de cloro ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 152 | 0 | 0 | 0 |
| Cadmio y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 123 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mercurio y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

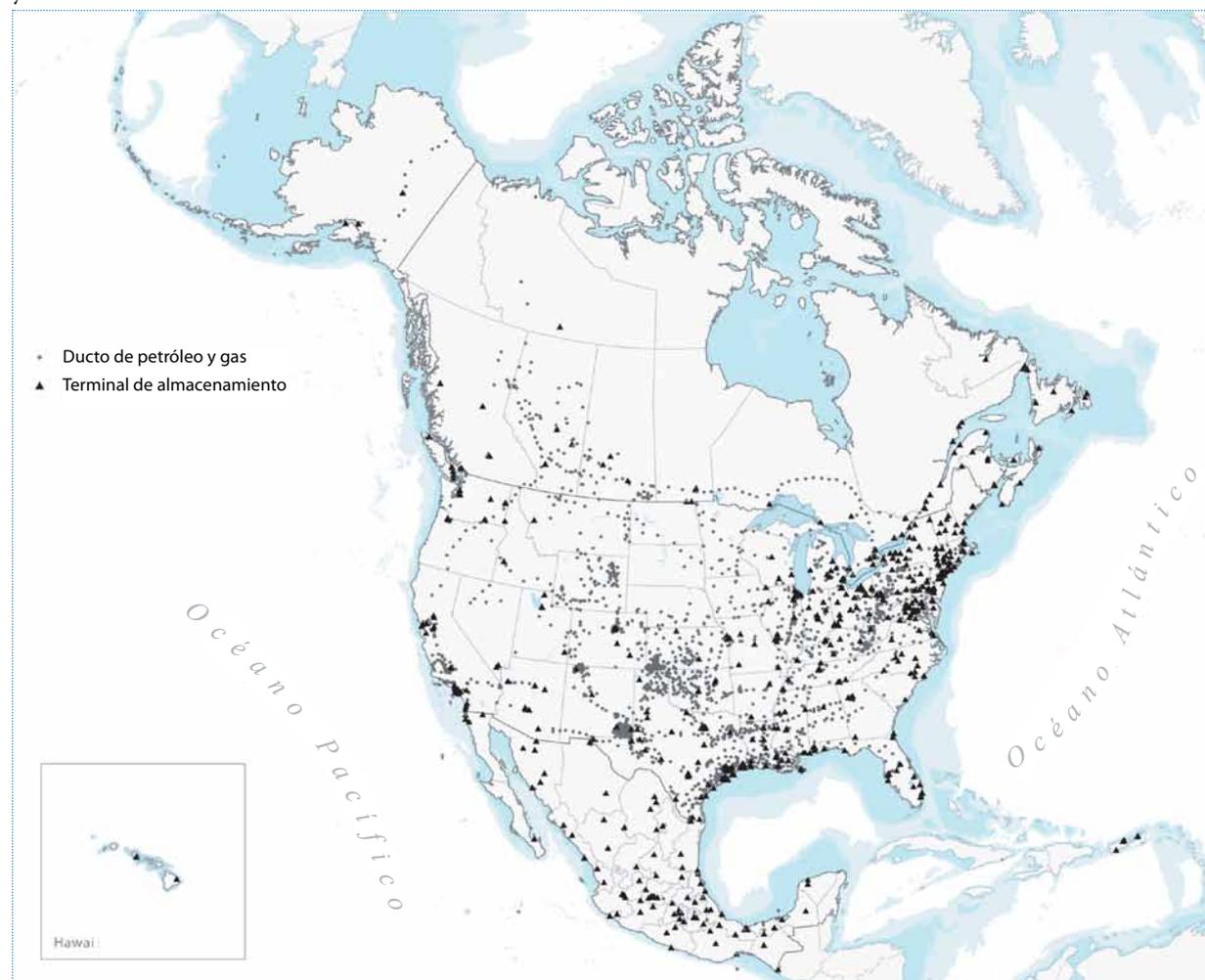
Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-21. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) de las refinerías petroleras en Estados Unidos, TRI, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|---|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Compuestos nitrosos ^{CA, EU} | 7,985 145 | 31,079 | 12,546 | 16,382 | 0 | 5,481 |
| n-Hexano ^{CA, EU} | 760 | 688 | 1,177 | 5,976 | 157,110 | 1,851 276 |
| Dietanolamina ^{CA, EU} | 1,696 | 0 | 262 | 140,362 | 122,314 | 1,360 484 |
| Etileno ^{CA, EU} | 209 | 2,414 | 3 | 8 | 0 | 1,461 673 |
| Vanadio y sus compuestos ^{CA, EU} | 21,618 | 0 | 4,597 | 167,150 | 1,112,558 | 0 |
| Trióxido de molibdeno ^{CA, EU} | 1,986 | 0 | 680 | 192,461 | 990,197 | 13,535 |
| Níquel y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 6,465 | 135 | 19,065 | 367,002 | 799,424 | 0 |
| Amoniaco ^{CA, EU} | 248,371 | 454,011 | 2,092 | 150,025 | 1,350 | 208,589 |
| Fenol ^{CA, EU, MX} | 28,870 | 26,618 | 113 | 28,591 | 118 | 797,305 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 3,526 | 37,216 | 1,076 | 10,049 | 21,258 | 526,044 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA, EU} | 1,414 | 1,322 | 457 | 3,487 | 3,547 | 566,292 |
| Propileno ^{CA, EU} | 301 | 12,864 | 0 | 123 | 2 | 559,265 |
| Metanol ^{CA, EU} | 17,194 | 13,045 | 0 | 2,913 | 6 | 411,491 |
| Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 29,282 | 753 | 7,751 | 38,784 | 7,413 | 0 |
| Cresoles ^{CA, EU} | 26,733 | 29,210 | 3 | 4,456 | 250,960 | 111,248 |
| Tolueno ^{CA, EU} | 9,028 | 37,896 | 1,567 | 18,029 | 24,706 | 296,022 |
| Asbestos ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 331,002 | 0 | 0 |
| Xilenos ^{CA, EU} | 2,586 | 15,267 | 2,105 | 30,562 | 27,808 | 227,981 |
| Cobalto y sus compuestos ^{CA, EU} | 1,446 | 0 | 502 | 26,704 | 211,209 | 0 |
| Naftaleno ^{CA, EU} | 1,385 | 1,035 | 88,317 | 8,348 | 12,861 | 47,413 |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 1,755 | 3,343 | 1,015 | 5,451 | 21,530 | 105,029 |
| Manganeso y sus compuestos ^{CA, EU} | 9,249 | 0 | 82 | 24,112 | 68,530 | 0 |
| Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 2,947 | 66 | 10,834 | 76,079 | 10,616 | 0 |
| N-Metil-2-pirrolidona ^{CA, EU} | 2 | 2,593 | 153 | 0 | 75,918 | 14,930 |
| Alcohol n-butílico ^{CA, EU} | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 87,253 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Mapa 4-3. Terminales de almacenamiento que registraron emisiones y transferencias en América del Norte en 2005 y redes de ductos



Terminales de almacenamiento y distribución de productos petroleros

Muchos de los productos de las refinerías se almacenan en sitio en grandes tanques para uso posterior o mezcla adicional. Los tanques que contienen productos petroleros pueden también ubicarse fuera de sitio y se mantienen en comunicación por vía férrea, carretera o buques tanque. Muchos tanques de almacenamiento están equipados con techos flotantes, dotados por lo común por un sello primario que cubre el hueco entre el techo flotante y la pared del tanque con el fin de reducir las

emisiones. Conforme el tanque se vacía, este techo flotante descansa sobre los soportes del fondo del tanque, lo que puede abrir el respiradero y favorecer el aumento de las emisiones. Las emisiones pueden también generarse cuando se llena o limpia el tanque.

Terminales de almacenamiento en América del Norte

En Canadá, 84 terminales de almacenamiento presentaron registros al NPRI en 2005; en México, Pemex operó 95 terminales de almacenamiento

en 2005 que presentaron registros al *RETC*, y en Estados Unidos 548 terminales de almacenamiento de petróleo presentaron registros al TRI. El **mapa 4-3** muestra la ubicación de estas terminales de almacenamiento junto con la red de ductos en cada país.

En Canadá, las operaciones de las terminales de almacenamiento a granel son objeto de reglamentación federal y provincial. Las emisiones atmosféricas de las redes de distribución de gasolina son de jurisdicción provincial y, en algunos casos, municipal.

La reglamentación se aplica al control de vapores (por ejemplo, durante la transferencia de combustibles) y especifica el uso de equipo de control de la contaminación, como techos flotantes, para prevenir la fuga de hidrocarburos. La reglamentación provincial y local sobre recuperación de vapores de gasolina responde a las iniciativas del CCME sobre terminales y estaciones de servicio. En 1998, el Instituto Canadiense de Productos Petroleros (*Canadian Petroleum Products Institute*, CPPI) emprendió, con la participación de diversos niveles de gobierno, un proyecto piloto que contribuyó a la elaboración de las Normas sobre Sistemas de Control de Vapores en las Redes de Distribución de Gasolina (*Standard for Vapour Control Systems in Gasoline Distribution Networks*) de la Comisión General de Normas Canadienses (*Canadian General Standards Board*) (CPPI, 1991). Algunas provincias también cuentan con requisitos sobre detección de fugas respecto de los tanques de almacenamiento superficiales o subterráneos.

En Estados Unidos, el almacenamiento a granel de los combustibles está regulado por autoridades tanto federales como estatales. Los reglamentos de la EPA para tanques de almacenamiento a granel en las terminales de líquidos estipulan que los procesos de inspección se atengan a los reglamentos sobre prevención, contención y combate de los derrames. En 1983, la EPA estableció normas de desempeño para las terminales de gasolina a granel con el fin de limitar y controlar las emisiones de compuestos orgánicos volátiles. En 1994, las Normas Nacionales de Emisiones para terminales de gasolina a granel y estaciones de distribución de ductos establecieron límites a las emisiones de contaminantes atmosféricos peligrosos (US EPA,

2003). El Instituto Estadounidense del Petróleo (*American Petroleum Institute*, API) elaboró recientemente métodos para calcular las emisiones durante el llenado y la limpieza de los tanques, muchos de los cuales se han incorporado en los muy usados documentos guía sobre factores de emisión AP-42 de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

En México, Pemex Refinación (Pref) es responsable de las 77 terminales tierra adentro y las 15 terminales marinas en México. No hay reglamentación específica de las terminales de almacenamiento en México, pero estas plantas deben cumplir con las mismas normas que otras industrias y, en particular, las normas sobre seguridad y materiales. Las terminales de almacenamiento están sujetas a registro ante el *RETC*, al igual que a la legislación federal sobre descarga de aguas residuales en los cuerpos de aguas nacionales o sistemas de drenaje municipales. Los tanques de almacenamiento en las terminales de Pemex cuentan con techos flotantes, sistemas de detección de fugas, sistemas de recuperación de vapores durante la carga, sistemas de tratamiento de aguas en sitio y pozos de monitoreo para verificar la calidad del suelo en los alrededores.

Cuestiones ambientales y de salud asociadas con las terminales de almacenamiento

Las principales cuestiones de salud asociadas con las terminales de almacenamiento se derivan de las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio, contaminantes tóxicos y gases de efecto invernadero; las emisiones fugitivas, derrames y fugas, y la contaminación de suelo y mantos freáticos.

Prevención y control de la contaminación

Los representantes de las terminales de almacenamiento entrevistados proporcionaron información adicional sobre los equipos de prevención y control de la contaminación utilizados. Por ejemplo, se ha vuelto común en el sector el uso de sistemas de recuperación de vapores para controlar las emisiones durante el llenado de los tanques. Algunos operadores de terminales han cambiado el sistema de llenado de los tanques, de su parte superior a la inferior, con lo que se reducen las emisiones fugitivas. Las pipas modernas están también equipadas con sistemas de recuperación de vapores para prevenir el escape a la atmósfera de los vapores durante el llenado. Muchas refinerías requieren que las pipas que cargan tengan este tipo de sistemas.

El control de derrames es también una prioridad en las terminales de almacenamiento. Uno de los representantes explicó que la reglamentación requiere que la planta modernice sus sistemas de control de derrames siempre que agrega o regenera equipo. En otra planta, los productos se mezclan en sitio, lo que genera desechos del lavado de mangueras y tambos. La instalación estableció nuevos procedimientos para separar las mangueras según la categoría de productos (por ejemplo, las mangueras para solventes no se usan para aceites o glicoles). Con ello, por ejemplo, el agua del lavado puede reutilizarse o venderse, dado que contiene únicamente solventes. Otras terminales cuentan con fosas alrededor de las plataformas en que se asientan los tanques, de modo que se contengan los derrames, sistemas separados para el drenado de agua pluvial y el agua con petróleo, para evitar la contaminación del suelo, y han agregado pozos de monitoreo para verificar los mantos freáticos.

Emisiones y transferencias registrados

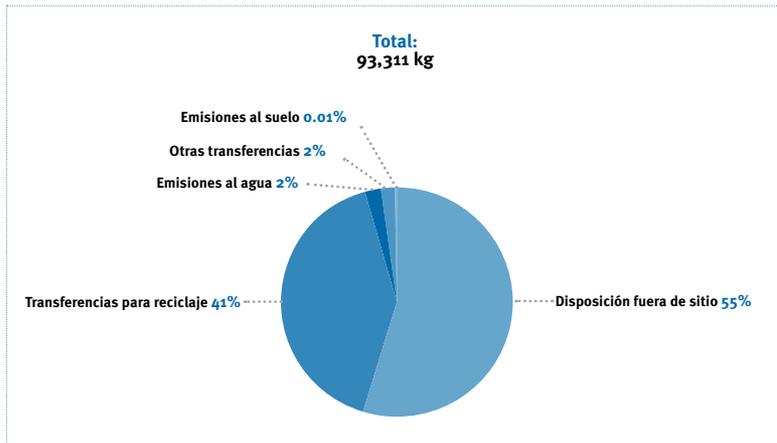
Las terminales de almacenamiento presentan registros a los RETC en Canadá, Estados Unidos y México. Las operaciones de las terminales presentaron por primera vez registros al NPRI de Canadá en 2002; el umbral de 10 empleados del NPRI no se aplica a estas plantas. Los datos sobre emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio de las terminales

de almacenamiento de Estados Unidos registradas en el TRI se obtuvieron del Inventario Nacional de Emisiones (*US National Emissions Inventory, NEI*). En las **gráficas 4-23, 4-25 y 4-27** se presentan las emisiones atmosféricas de cada país, y en las **gráficas 4-22, 4-24 y 4-26**, otras emisiones y transferencias.

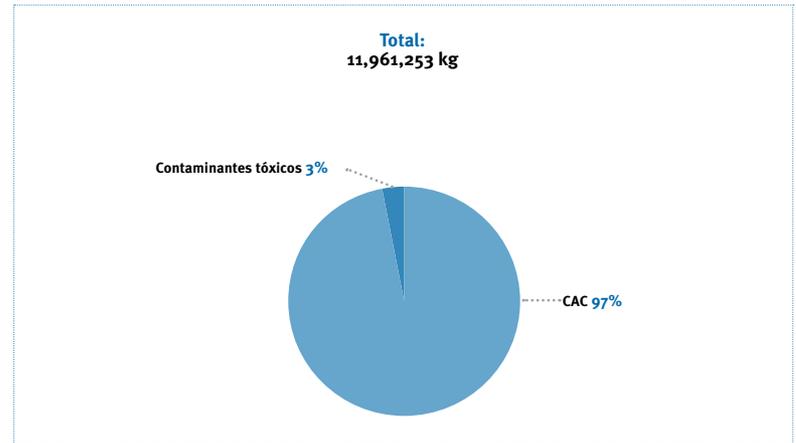
En 2005, 84 terminales de almacenamiento canadienses registraron alrededor de 12 millones de

kilogramos de emisiones y transferencias. Cerca de 99 por ciento se emitió al aire y la mayor parte de dichas emisiones fue de contaminantes atmosféricos de criterio por alrededor de 11.6 millones de kilogramos. En México, 95 terminales de almacenamiento registraron emisiones y transferencias por 66.5 millones de kilogramos, casi en su totalidad emisiones de contaminantes atmosféricos de

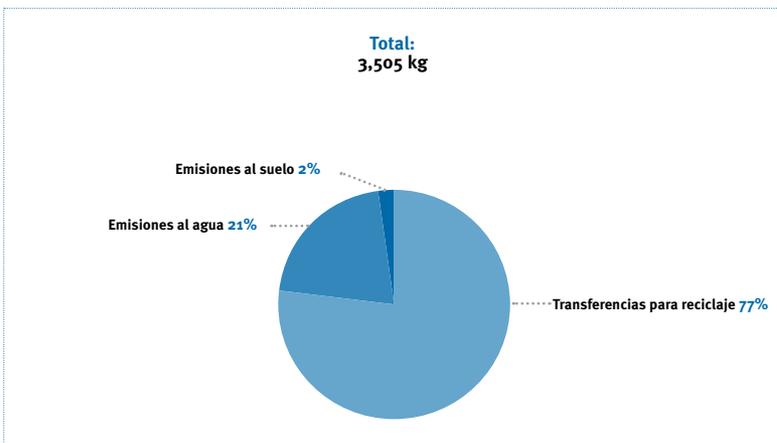
Gráfica 4-22. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) desde terminales de almacenamiento en Canadá, 2005



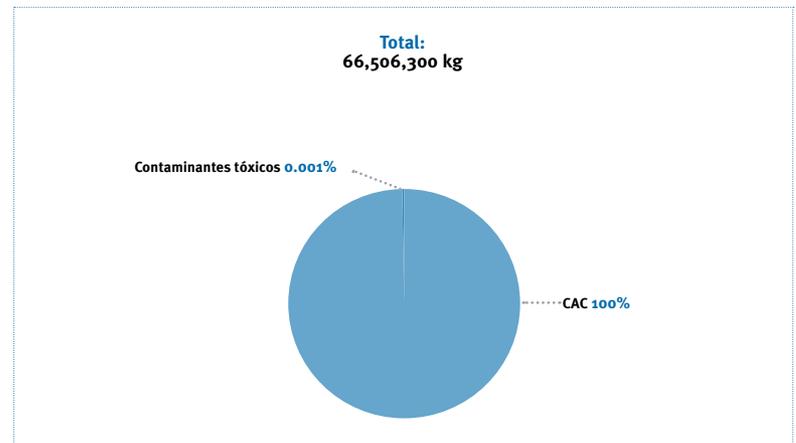
Gráfica 4-23. Emisiones atmosféricas (CAC y contaminantes tóxicos) desde terminales de almacenamiento en Canadá, 2005



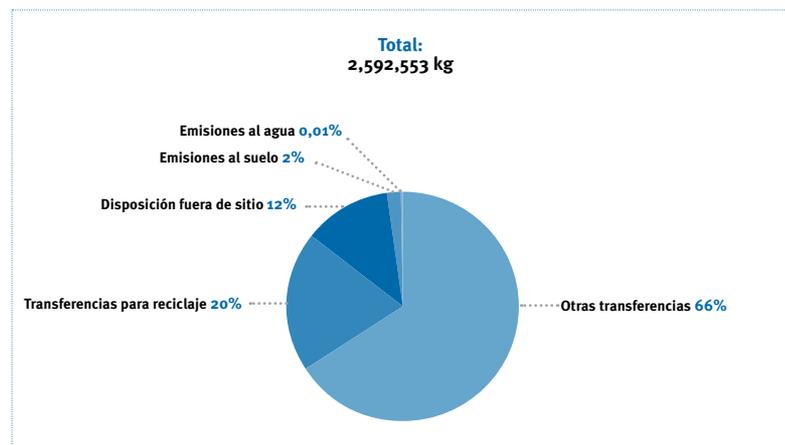
Gráfica 4-24. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) desde terminales de almacenamiento en México, 2005



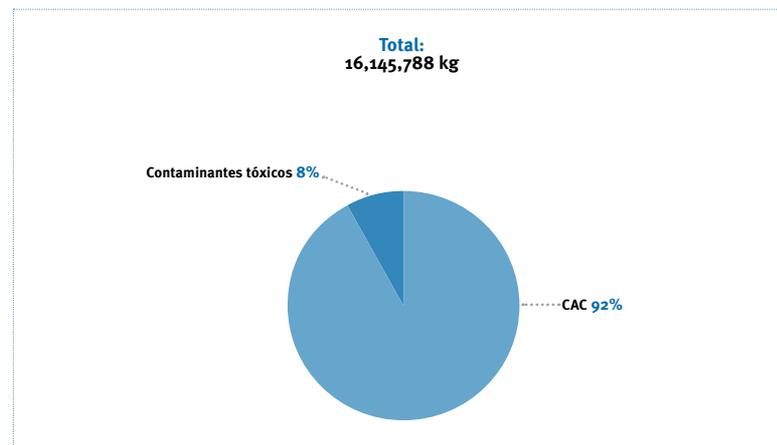
Gráfica 4-25. Emisiones atmosféricas (CAC y contaminantes tóxicos) desde terminales de almacenamiento en México, 2005



Gráfica 4-26. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) desde terminales de almacenamiento en Estados Unidos, 2005



Gráfica 4-27. Emisiones atmosféricas (CAC y contaminantes tóxicos) desde terminales de almacenamiento en Estados Unidos, 2005



critorio. En Estados Unidos, 548 terminales de almacenamiento registraron alrededor de 18.7 millones de kilogramos en emisiones y transferencia, de los cuales aproximadamente 16.1 millones fueron emisiones al aire, de las cuales 14.7 millones de kilogramos (91 por ciento) fueron CAC registrados por 190 de las 548 terminales.

Al igual que con los otros sectores petroleros analizados en este capítulo, los registros en 2005 de las terminales petroleras de América del Norte fueron predominantemente de emisiones al aire, en particular de **contaminantes atmosféricos de criterio**. Los compuestos orgánicos volátiles (COV) representaron alrededor de 92 por ciento del total de 92.8 millones de kilogramos de CAC emitidos (cuadro 4-22).

Cuadro 4-22. Emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio por país, terminales de almacenamiento, 2005

| Contaminantes atmosféricos de criterio | NPRI | | RETC | | NEI de EU | | Total |
|--|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|
| | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | Núm. de plantas con registros | Emisiones al aire (kg) | |
| Compuestos orgánicos volátiles | 77 | 11,398,407 | 82 | 63,683,596 | 190 | 10,614,297 | 85,696,300 |
| Dióxido de azufre | 6 | 135,297 | 70 | 786,678 | 190 | 445,856 | 1,367,831 |
| Óxidos de nitrógeno | 6 | 27,629 | 77 | 1,370,470 | 190 | 1,951,521 | 3,349,620 |
| Monóxido de carbono | 5 | 9,779 | 75 | 509,660 | 190 | 959,045 | 1,478,474 |
| Partículas suspendidas totales (PM) | 5 | 2,256 | 71 | 112,335 | 190 | 18,249 | 132,840 |
| PM ₁₀ | 6 | 8,199 | 69 | 40,173 | 190 | 689,639 | 738,011 |
| PM _{2.5} * | 6 | 5,391 | n.d. | 0 | 190 | 97,436 | 102,827 |
| Total | | 11,586,958 | | 66,502,912 | | 14,776,043 | 92,865,903 |

n.d. = no disponible.

Cuadro 4-23. Emisiones atmosféricas registradas de contaminantes tóxicos, terminales de almacenamiento, NPRI, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las terminales de almacenamiento |
|---|-------------------------------|---|
| n-Hexano ^{CA, EU} | 70 | 117,229 |
| Tolueno ^{CA, EU} | 70 | 104,583 |
| Xilenos ^{CA, EU} | 69 | 48,678 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 51 | 37,184 |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 65 | 23,559 |
| Propileno ^{CA, EU} | 6 | 17,002 |
| Ciclohexano ^{CA, EU} | 29 | 12,250 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA, EU} | 64 | 8,276 |
| Etileno ^{CA, EU} | 4 | 4,306 |
| Metanol ^{CA, EU} | 8 | 740 |
| Naftaleno ^{CA, EU} | 6 | 395 |
| Cumeno ^{CA, EU} | 4 | 83 |
| Fenol ^{CA, EU, MX} | 4 | 5 |
| Cresoles ^{CA, EU} | 5 | 4 |
| Bifenilo ^{CA, EU, MX} | 2 | 1 |
| Total | | 374,295 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-24. Emisiones atmosféricas registradas de contaminantes tóxicos, terminales de almacenamiento, RETC, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las terminales de almacenamiento |
|------------------------------------|-------------------------------|---|
| Acrlonitrilo ^{CA, EU, MX} | 1 | 1,655 |
| Estireno ^{CA, EU, MX} | 1 | 778 |
| Formaldehído ^{CA, EU, MX} | 61 | 401 |
| Acetaldehído ^{CA, EU, MX} | 61 | 314 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 64 | 198 |
| Acroleína ^{CA, EU, MX} | 61 | 41 |
| Total | | 3,388 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-25. Emisiones atmosféricas registradas de contaminantes tóxicos, terminales de almacenamiento, TRI, 2005

| Contaminante | Núm. de plantas con registros | Cantidad registrada (kg) por las terminales de almacenamiento |
|--|-------------------------------|---|
| Éter metil terbutílico ^{CA, EU} | 189 | 270,151 |
| n-Hexano ^{CA, EU} | 452 | 201,878 |
| Tolueno ^{CA, EU} | 439 | 188,343 |
| Propileno ^{CA, EU} | 22 | 182,283 |
| Xilenos ^{CA, EU} | 438 | 152,731 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 423 | 115,636 |
| Etileno ^{CA, EU} | 4 | 88,543 |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 404 | 41,578 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA, EU} | 440 | 40,019 |
| Ciclohexano ^{CA, EU} | 172 | 23,664 |
| Amoniaco ^{CA, EU} | 3 | 22,713 |
| Naftaleno ^{CA, EU} | 367 | 14,340 |
| Metanol ^{CA, EU} | 27 | 11,532 |
| Alcohol terbutílico ^{CA, EU} | 8 | 3,242 |
| Diclorometano ^{CA, EU, MX} | 2 | 3,052 |
| 1,3-Butadieno ^{CA, EU, MX} | 3 | 2,158 |
| N-Metilditiocarbamato de sodio ^{EU} | 1 | 2,121 |
| Cumeno ^{CA, EU} | 77 | 1,037 |
| Compuestos aromáticos policíclicos* | 312 | 601 |
| Metil isobutil cetona ^{CA, EU} | 4 | 479 |
| Total | | 1,366,100 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

*Los compuestos aromáticos policíclicos para los que deben presentarse registros varían en cada país.

En 2005, las terminales de almacenamiento de América del Norte también registraron emisiones y transferencias de **contaminantes tóxicos**. Casi todas las plantas del sector (70 canadienses, 548 estadounidenses y 83 mexicanas) registraron este tipo de emisiones y transferencias.

Las **emisiones atmosféricas de contaminantes tóxicos** en cada país se presentan en los **cuadros 4-23 a 4-25**. Otras emisiones y transferencias registradas se presentan en los **cuadros 4-26 a 4-28**.

De las emisiones al aire de contaminantes tóxicos registradas por las terminales de almacenamiento canadienses, 15 contaminantes representaron casi 100 por ciento del total (**cuadro 4-23**). De las 15, seis fueron registradas por más de la mitad de las plantas. Otras 14 fueron registradas, pero sus cantidades combinadas fueron de menos de un kilogramo, además de que los registros fueron de muy pocas operadoras.

En México se registraron emisiones al aire de seis contaminantes tóxicos, por una cantidad total de 3,388 kilogramos. Cuatro de estos contaminantes fueron registrados por alrededor de 70 por ciento de las terminales de almacenamiento mexicanas (**cuadro 4-24**).

En Estados Unidos, 20 contaminantes dieron cuenta de 99 por ciento del total de emisiones de contaminantes atmosféricos tóxicos en 2005. Ocho de ellos fueron registrados por al menos 60 por ciento de las terminales de Estados Unidos (**cuadro 4-25**). Otros 29 contaminantes fueron registrados en cantidades de uno a 443 kilogramos por relativamente pocas instalaciones (excepto plomo y sus compuestos y benzo[g,h,i]perileno, que se registraron por alrededor de 40 por ciento de plantas).

De los 28 contaminantes tóxicos que concentraron la mayor parte de las emisiones al aire de las terminales de almacenamiento de América del Norte, el benceno fue registrado por más de 50 por ciento de las plantas en cada uno de los países. Este contaminante fue el único común a dichas terminales de los tres países; los otros contaminantes registrados por las plantas de México no lo fueron por Canadá ni Estados Unidos, aunque estuvieran sujetos a registro en términos del NPRI o el TRI.

Once contaminantes tóxicos (1,2,4-trimetilbenceno, cumeno, ciclohexano, etilbenceno, etileno, metanol, naftaleno, n-hexano, propileno, tolueno y xilenos) fueron comunes a las terminales de Canadá y Estados Unidos. Las plantas estadounidenses registraron más contaminantes tóxicos que las canadienses y en el caso de los mismos contaminantes (naftaleno, por ejemplo) la proporción de plantas que presentó registro varió sustancialmente entre ambos países.

Las **otras emisiones y transferencias** registradas en 2005 por las terminales de almacenamiento de América del Norte —emisiones al agua, suelo, inyección subterránea y disposición y transferencias para reciclaje y tratamiento ulterior— se presentan en los **cuadros 4-26 a 4-28**.

Las terminales de almacenamiento canadienses registraron 93,311 kilogramos en emisiones y transferencias de contaminantes tóxicos en 2005 (sin incluir las descargadas al aire). Los 13 contaminantes del **cuadro 4-26** dieron cuenta de casi la totalidad (93,304 kilogramos); otros cinco contaminantes representaron los restantes siete kilogramos. Las terminales emitieron alrededor de 50,000 kilogramos fuera de sitio para disposición y transfirieron alrededor de 40,000 kilogramos para reciclaje (pequeñas cantidades se transfirieron también para otro tratamiento). Ocho de los contaminantes registrados fueron emisiones al agua.

Las terminales mexicanas registraron 3,505 kilogramos en emisiones y transferencias de los nueve contaminantes del **cuadro 4-27**. El plomo y sus compuestos fueron emitidos en la mayor cantidad, y en la mayoría de los casos se trató de transferencias para reciclaje. Se registraron 84 kilogramos de emisiones al suelo de benceno y emisiones de ocho contaminantes al agua.

Cuadro 4-26. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) de terminales de almacenamiento, NPRI, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|--|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tolueno ^{CA, EU} | 237 | 0 | 1 | 16,858 | 0 | 380 |
| n-Hexano ^{CA, EU} | 688 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Xilenos ^{CA, EU} | 398 | 0 | 0 | 4,593 | 13,386 | 635 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 149 | 0 | 0 | 1,553 | 0 | 34 |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 51 | 0 | 0 | 2,934 | 0 | 115 |
| Cresoles ^{CA, EU} | 18 | 0 | 0 | 0 | 25,099 | 0 |
| Clorobenceno ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 17,367 | 0 | 370 |
| Ciclohexano ^{CA, EU} | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA, EU} | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 6,019 | 0 | 0 |
| Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 1,184 | 0 | 0 |
| Cobre y sus compuestos ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 884 | 0 | 0 |
| Fenantreno ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 43 | 0 | 1 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-27. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) de terminales de almacenamiento, RETC, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|---|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 0 | n.d. | 84 | 0 | 0 | 0 |
| Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 132 | n.d. | 0 | 0 | 2,674 | 0 |
| Arsénico y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 8 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cromo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 86 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cadmio y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 21 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mercurio y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 2 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Níquel y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 124 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hidracina ^{CA, EU, MX} | 356 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cianuro ^{CA, EU, MX} | 18 | n.d. | 0 | 0 | 0 | 0 |

n.d. = no disponible.

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

Cuadro 4-28. Emisiones y transferencias (excluidas las atmosféricas) de terminales de almacenamiento, TRI, 2005 (kilogramos)

| Contaminante | Emisiones al agua | Inyección subterránea | Emisiones al suelo | Disposición fuera de sitio | Transferencias para reciclaje | Otras transferencias |
|---|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Propileno ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,018,134 |
| Xilenos ^{CA, EU} | 540 | 0 | 22,340 | 58,854 | 75,061 | 75,249 |
| Etileno ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 220,892 |
| Tolueno ^{CA, EU} | 444 | 0 | 19,474 | 59,244 | 71,649 | 66,477 |
| n-Hexano ^{CA, EU} | 2,658 | 0 | 4,778 | 13,068 | 44,147 | 77,173 |
| Etilén glicol ^{CA, EU} | 2 | 0 | 2 | 0 | 79,257 | 49,419 |
| 1,2,4-trimetilbenceno ^{CA, EU} | 2,141 | 0 | 5,878 | 21,285 | 40,604 | 52,180 |
| Dietanolamina ^{CA, EU} | 2 | 0 | 0 | 116,324 | 0 | 1,715 |
| Naftaleno ^{CA, EU} | 1,545 | 0 | 627 | 5,918 | 84,625 | 10,748 |
| Etilbenceno ^{CA, EU} | 100 | 0 | 4,780 | 13,405 | 40,960 | 36,940 |
| Benceno ^{CA, EU, MX} | 589 | 0 | 1,528 | 10,822 | 23,492 | 32,234 |
| Éter metil terbutílico ^{CA, EU} | 961 | 0 | 25 | 15,250 | 31,370 | 10,327 |
| Ciclohexano ^{CA, EU} | 19 | 0 | 2,817 | 914 | 16,025 | 34,361 |
| Plomo y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 16 | 0 | 0 | 2,779 | 260 | 0 |
| Compuestos aromáticos policíclicos* | 35 | 0 | 3 | 2,067 | 23 | 328 |
| Zinc y sus compuestos ^{CA, EU} | 246 | 0 | 0 | 1,549 | 345 | 0 |
| Cumeno ^{CA, EU} | 4 | 0 | 233 | 134 | 211 | 1,061 |
| Dicloropentadieno ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,136 |
| Alcohol terbutílico ^{CA, EU} | 12 | 0 | 0 | 291 | 502 | 24 |
| Amoniaco ^{CA, EU} | 454 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Metanol ^{CA, EU} | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 410 |
| 1,3-Butadieno ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 345 |
| Estireno ^{CA, EU, MX} | 2 | 0 | 1 | 2 | 186 | 98 |
| Metil isobutil cetona ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 201 |
| Mercurio y sus compuestos ^{CA, EU, MX} | 0 | 0 | 0 | 0 | 78 | 0 |
| Alcohol sec-butílico ^{CA, EU} | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 50 |
| Tetracloroetileno ^{CA, EU} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 |
| Benzo(g,h,i)perileno* | 4 | 0 | 0 | 19 | 1 | 3 |

Nota: CA, EU y MX indican el país en el que los registros del contaminante son obligatorios.

*Los compuestos aromáticos policíclicos para los que deben presentarse registros varían en cada país.

En 2005, las terminales de almacenamiento estadounidenses registraron alrededor de 2.6 millones de kilogramos en emisiones y transferencias de 33 contaminantes, 28 de los cuales se muestran en el **cuadro 4-28**, que representan casi 100 por ciento del total (otros cinco se registraron en cantidades de uno a cinco kilogramos). Del total, 65 por ciento se transfirió para otro tratamiento y casi 20 por ciento se transfirió para reciclaje. Cantidades relativamente grandes de algunos contaminantes (por ejemplo, xilenos, tolueno, etilbenceno, 1,2,4-trimetilbenceno, benceno y ciclohexano) se emitieron al suelo; estos y otros contaminantes también se emitieron al agua en 2005.

Los cuadros muestran que el benceno, el plomo y el mercurio y sus respectivos compuestos fueron registrados por las terminales de los tres países, pero hubo diferencias en la forma en que se manejaron. Los otros seis contaminantes registrados por las terminales de almacenamiento mexicanas no fueron registrados por Canadá o Estados Unidos, aunque están sujetos a dicho requisito en el NPRI y el TRI. Algunos contaminantes registrados en grandes cantidades por las terminales de almacenamiento en estos dos países (por ejemplo, xilenos y tolueno) no se registraron en México debido a que no están sujetos a registro en el *RETC*.

Muchos de los contaminantes registrados fueron comunes a Canadá y Estados Unidos. Sin embargo, otros (por ejemplo, ciclohexano, dietanolamina, etilbenceno, n-hexano y propileno) sujetos a registro en ambos sistemas y registrados en grandes cantidades por Estados Unidos no fueron registrados en Canadá o lo fueron en cantidades mucho menores.

Emisiones de contaminantes de preocupación especial, 2002-2005

Esta sección analiza las emisiones en sitio y fuera de sitio registradas de contaminantes de preocupación especial (carcinógenos conocidos o presuntos y sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción) comunes a Canadá y Estados Unidos y registradas en forma consistente por dos sectores petroleros —refinerías petroleras y terminales de almacenamiento— entre 2002 y 2005. Las plantas productoras de petróleo y gas y las operadoras de ductos no presentan registros al TRI, por lo que dichos sectores no se incluyen en este análisis. Tampoco se incluyen datos de México debido a que sólo se dispone de datos públicos del *RET* para 2004 y 2005.

En el **capítulo 3** se presenta información sobre algunos de estos contaminantes y sus potenciales de equivalencia tóxica (PET). En el sitio *En balance en línea* puede también consultarse información sobre categorías específicas de contaminantes, además de la información adicional de las fuentes citadas en el **capítulo 3**.

Contaminantes de preocupación especial emitidos por las refinerías canadienses y estadounidenses, 2002-2005

Las refinerías canadienses registraron en 2005 emisiones en sitio y fuera de sitio de 18 contaminantes carcinógenos conocidos o presuntos o que afectan el desarrollo o la reproducción. Cuatro de ellos —benceno, níquel y plomo y sus compuestos, y 1,3-butadieno— figuran en ambas categorías. De los 18 contaminantes, 15 fueron registrados de forma consistente desde 2002 (**cuadro 4-29**).

Del promedio de 1.4 millones de kilogramos de estos 15 contaminantes registrados cada año, cuatro —asbestos, tolueno, benceno y vanadio y sus compuestos— representaron 85 por ciento. Los asbestos registrados por las refinerías se relacionan con la eliminación de materiales con contenido de dicho material, por ejemplo el aislamiento de los ductos. La proporción de refinerías canadienses que registran cada contaminante es variable, pero 100 por ciento registró vanadio y sus compuestos, mercurio y sus compuestos y n-metil-2-pirrolidona. Ocho contaminantes en total fueron

registrados por al menos 50 por ciento de las plantas. El tipo de emisiones también es variable. Por ejemplo, casi todos los registros de asbestos fueron emisiones fuera de sitio para disposición. Los contaminantes emitidos al aire en las mayores cantidades fueron etilbenceno, benceno, tolueno, naftaleno y antimonio y sus compuestos (que también se emitieron al agua). La inyección subterránea dio cuenta de 100 por ciento de la cantidad registrada de n-metil-2-pirrolidona.

En Estados Unidos, las refinerías registraron emisiones en sitio y fuera de sitio de 28 carcinógenos y sustancias que dañan el desarrollo o la reproducción en 2005 (**cuadro 4-30**). De este grupo, 23 contaminantes se registraron de modo consistente desde 2002, por un promedio total de alrededor de cinco millones de kilogramos anuales.

Diez de estos 23 contaminantes representaron 95 por ciento del total de emisiones promedio de carcinógenos y sustancias que afectan el desarrollo o la reproducción. Dos de estas emisiones, benceno y tolueno, representaron alrededor de 62 por ciento (emisiones al aire, principalmente). Ambas

Cuadro 4-29. Emisiones (en sitio y fuera de sitio) de contaminantes de preocupación, refinerías petroleras, NPRI, 2002-2005

| Contaminante | Categoría de contaminante | | Año de registro (kg) | | | | Emisión promedio, 2002-2005 (kg) | Porcentaje de emisiones totales | Número promedio de refinerías que registran 2002-2005 | Porcentaje del total de refinerías | Emisiones (promedio, 2002-2005) como porcentaje de las emisiones y transferencias totales | | | | Para disposición fuera de sitio |
|----------------------------|---------------------------|-----|----------------------|---------|---------|---------|----------------------------------|---------------------------------|---|------------------------------------|---|---------|-------------------------|----------|---------------------------------|
| | C | D/R | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | | | | | Al aire | Al agua | A inyección subterránea | Al suelo | |
| Asbestos (friables) | x | | 361,093 | 459,858 | 586,807 | 580,798 | 497,139 | 35.30 | 4 | 18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 99.76 |
| Tolueno | | x | 340,602 | 390,832 | 417,033 | 482,596 | 407,766 | 28.96 | 2 | 8 | 64.95 | 0.19 | 21.91 | 0.42 | 11.93 |
| Benceno | x | x | 147,488 | 171,550 | 160,228 | 145,109 | 156,094 | 11.08 | 10 | 50 | 68.98 | 0.28 | 16.40 | 0.23 | 12.90 |
| Vanadio y sus compuestos | x | | 136,539 | 146,397 | 131,725 | 146,406 | 140,267 | 9.96 | 19 | 100 | 41.93 | 0.21 | 0.00 | 0.66 | 4.36 |
| Etilbenceno | x | | 68,883 | 89,529 | 86,035 | 89,464 | 83,478 | 5.93 | 2 | 11 | 75.75 | 0.24 | 8.83 | 0.35 | 13.04 |
| Níquel y sus compuestos | x | x | 63,819 | 84,300 | 69,305 | 87,900 | 76,331 | 5.42 | 5 | 26 | 20.87 | 0.07 | 0.00 | 0.71 | 8.73 |
| N-Metil-2-pirrolidona | | x | 15,454 | 11,731 | 21,836 | 25,479 | 18,625 | 1.32 | 19 | 100 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| Naftaleno | x | | 10,600 | 9,397 | 11,464 | 25,012 | 14,118 | 1.00 | 13 | 68 | 60.12 | 0.02 | 12.36 | 0.77 | 3.56 |
| Cobalto y sus compuestos | x | | 668 | 1,226 | 25,199 | 5,061 | 8,039 | 0.57 | 16 | 83 | 1.36 | 0.00 | 0.25 | 0.11 | 37.21 |
| Cromo y sus compuestos | x | | 2,089 | 193 | 2,110 | 9,142 | 3,383 | 0.24 | 11 | 55 | 1.32 | 0.00 | 0.00 | 1.02 | 38.63 |
| Plomo y sus compuestos | x | x | 2,593 | 1,303 | 3,332 | 1,644 | 2,218 | 0.16 | 5 | 26 | 12.77 | 3.66 | 1.15 | 7.86 | 36.78 |
| Antimonio y sus compuestos | x | | 523 | 417 | 456 | 214 | 403 | 0.03 | 9 | 47 | 28.70 | 38.26 | 0.00 | 0.00 | 33.04 |
| Tetracloroetileno | x | | 412 | 118 | 123 | 126 | 195 | 0.01 | 13 | 68 | 7.60 | 1.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1,3-Butadieno | x | x | 164 | 89 | 65 | 47 | 91 | 0.01 | 1 | 5 | 33.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Mercurio y sus compuestos | | x | 99 | 39 | 44 | 102 | 71 | 0.01 | 19 | 100 | 21.18 | 1.23 | 0.00 | 2.13 | 19.40 |

C = carcinógeno conocido o presunto.

D/R = sustancias que afectan al desarrollo o la reproducción.

sustancias fueron registradas por alrededor de 95 por ciento de las refinerías estadounidenses. Otros nueve contaminantes se emitieron también principalmente al aire, mientras que uno, el selenio y sus compuestos, fue emitido mayormente al agua. Cien por ciento de los asbestos registrados lo fueron como emisiones fuera de sitio para disposición.

Los contaminantes, cantidades y medio de emisión registrados por las refinerías petroleras de Canadá y Estados Unidos guardan ciertas similitudes. Por ejemplo, 22 de los 38 contaminantes registrados en 2002-2005 fueron comunes a los dos países. Este grupo incluye el carcinógeno benceno, algunos metales y sus compuestos y sustancias tóxicas que afectan el desarrollo y la reproducción como el tolueno y el mercurio. Además de su efecto carcinógeno o de daños al desarrollo y la reproducción, algunos de estos contaminantes son también sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (capítulo 3).

Cerca de la mitad de los 22 contaminantes comunes al NPRI y al TRI están también sujetos a registro en el *RETC*. Sin embargo, otros contaminantes

emitidos al aire en grandes cantidades por muchas plantas en Canadá y Estados Unidos (por ejemplo, tolueno, etilbenceno y naftaleno) no están sujetas a registro en el *RETC*.

Contaminantes de preocupación especial emitidos por las terminales de almacenamiento canadienses y estadounidenses, 2002-2005

Un máximo de 10 de las 70 terminales de almacenamiento canadienses registraron en 2005 emisiones en sitio y fuera de sitio de cinco contaminantes conocidos o presuntos carcinógenos o que afectan el desarrollo o la reproducción (cuadro 4-31). Estos contaminantes fueron registrados de modo consistente entre 2002 y 2005. Del promedio de 82,000 kilogramos de estas sustancias emitidas anualmente, el tolueno dio cuenta de más de 68 por ciento. Alrededor de 74 por ciento fueron emisiones al aire. El aire fue el principal medio de emisión de las mayores proporciones de todos los contaminantes, excepto para el plomo y sus compuestos, que fueron de emisiones fuera de sitio para disposición. En

general, relativamente pocas terminales de almacenamiento canadienses registraron estas sustancias entre 2002 y 2005.

En Estados Unidos se registraron de modo consistente entre 2002 y 2005 emisiones de 10 carcinógenos o sustancias que afectan el desarrollo o la reproducción por parte de un amplio grupo de 548 terminales de almacenamiento para un promedio de alrededor de 440,000 kilogramos anuales (cuadro 4-31). Dos sustancias, tolueno y benceno, dieron cuenta de 80 por ciento de la cantidad total (32 y 47 por ciento, respectivamente, fueron emisiones al aire). Otros contaminantes emitidos en grandes cantidades al aire fueron diclorometano y 1,3-butadieno. Una cantidad relativamente menor de estas sustancias se emitió al agua y el suelo. De las emisiones de compuestos de plomo, 76 por ciento fueron emisiones fuera de sitio para disposición.

En términos generales, no fue un número grande el de carcinógenos conocidos o presuntos y sustancias que afectan el desarrollo o la reproducción registrados en 2005 por las terminales de almacenamiento canadienses y estadounidenses.

Cuadro 4-30. Emisiones (en sitio y fuera de sitio) de contaminantes de preocupación, refinerías petroleras, TRI, 2002-2005

| Contaminante | Categoría de contaminante | | Año de registro (kg) | | | | Emisión promedio, 2002-2005 (kg) | Porcentaje de emisiones de refinerías totales | Número promedio de refinerías que registran 2002-2005 | Porcentaje del total de refinerías | Emisiones (promedio, 2002-2005) como porcentaje de las emisiones y transferencias totales | | | | |
|----------------------------|---------------------------|-----|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|---|---|------------------------------------|---|---------|-------------------------|----------|---------------------------------|
| | C | D/R | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | | | | | Al aire | Al agua | A inyección subterránea | Al suelo | Para disposición fuera de sitio |
| Tolueno | | x | 2,354,043 | 1,907,189 | 2,102,979 | 1,782,998 | 2,036,802 | 41.25 | 150 | 95 | 80 | 1 | 4 | 0 | 1 |
| Benceno | x | x | 1,117,313 | 1,043,996 | 1,003,064 | 994,832 | 1,039,801 | 21.06 | 152 | 96 | 70 | 0 | 4 | 0 | 1 |
| Etilbenceno | x | | 412,321 | 332,851 | 407,492 | 294,031 | 361,673 | 7.33 | 148 | 93 | 66 | 0 | 5 | 0 | 7 |
| Níquel y sus compuestos | x | x | 326,380 | 255,112 | 346,673 | 413,198 | 335,341 | 6.79 | 76 | 48 | 2 | 1 | 0 | 4 | 23 |
| Vanadio y sus compuestos | x | | 311,568 | 341,083 | 326,198 | 203,528 | 295,594 | 5.99 | 39 | 24 | 1 | 2 | 0 | 7 | 12 |
| Naftaleno | x | | 111,277 | 137,676 | 137,212 | 229,177 | 153,836 | 3.12 | 123 | 78 | 53 | 0 | 0 | 10 | 4 |
| Asbestos (friables) | x | | 33,914 | 132,898 | 98,141 | 331,002 | 148,989 | 3.02 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 1,3-Butadieno | x | x | 87,699 | 86,468 | 174,912 | 129,065 | 119,536 | 2.42 | 95 | 60 | 24 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| N-Metil-2-pirrolidona | | x | 93,281 | 185,413 | 117,608 | 59,137 | 113,860 | 2.31 | 7 | 5 | 80 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Plomo y sus compuestos | x | x | 105,469 | 90,458 | 51,066 | 93,274 | 85,067 | 1.72 | 133 | 84 | 3 | 3 | 0 | 5 | 60 |
| Formaldehído | x | | 47,913 | 42,195 | 90,211 | 64,850 | 61,292 | 1.24 | 6 | 3 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Disulfuro de carbono | | x | 49,453 | 59,305 | 64,137 | 25,239 | 49,534 | 1.00 | 56 | 35 | 99 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cobalto y sus compuestos | x | | 29,527 | 46,489 | 33,144 | 28,945 | 34,526 | 0.70 | 40 | 25 | 0 | 1 | 0 | 0 | 14 |
| Cromo y sus compuestos | x | | 23,759 | 56,626 | 19,409 | 13,678 | 28,368 | 0.57 | 19 | 12 | 3 | 2 | 0 | 22 | 10 |
| Tetracloroetileno | x | | 30,671 | 30,716 | 29,199 | 20,560 | 27,786 | 0.56 | 66 | 42 | 71 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Tricloroetileno | x | | 10,475 | 14,583 | 12,348 | 13,914 | 12,830 | 0.26 | 6 | 4 | 99 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Antimonio y sus compuestos | x | | 12,552 | 8,160 | 11,870 | 14,816 | 11,849 | 0.24 | 16 | 10 | 14 | 9 | 0 | 10 | 35 |
| Estireno | x | | 5,597 | 9,358 | 9,335 | 11,300 | 8,897 | 0.18 | 22 | 14 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Selenio y sus compuestos | x | | 2,625 | 8,463 | 3,658 | 2,737 | 4,371 | 0.09 | 4 | 2 | 0 | 55 | 0 | 0 | 44 |
| Óxido de etileno | x | x | 1,560 | 2,414 | 3,991 | 2,532 | 2,624 | 0.05 | 1 | 1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mercurio y sus compuestos | | x | 1,979 | 1,970 | 2,158 | 1,876 | 1,996 | 0.04 | 121 | 76 | 36 | 2 | 2 | 4 | 39 |
| 1,2-Dicloroetano | x | | 3,536 | 1,166 | 961 | 1,218 | 1,720 | 0.03 | 11 | 7 | 95 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| Tetracloruro de carbono | x | | 1,475 | 910 | 932 | 1,058 | 1,094 | 0.02 | 2 | 1 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 |

C = carcinógeno conocido o presunto.

D/R = sustancias que afectan al desarrollo o la reproducción.

Sin embargo, alrededor de las tres cuartas partes de estas emisiones fueron al aire en ambos países (por ejemplo, el tolueno, que afecta el desarrollo o la reproducción, y el carcinógeno tolueno 1,3-butadieno).

Todos los contaminantes registrados por las terminales de almacenamiento canadienses fueron registrados en mayores cantidades por las plantas de Estados Unidos, que además registraron otras cinco sustancias. Tres contaminantes —tolueno, naftaleno y etilbenceno— registrados por las

terminales de almacenamiento de ambos países no estuvieron sujetas a registro en el *RETC* en 2005.

Esta comparación de las emisiones registradas de contaminantes de preocupación especial por dos sectores petroleros en Canadá y Estados Unidos muestra tanto similitudes como diferencias entre ambos, lo que confirma los hallazgos generales del presente informe. Varios factores, entre éstos las diferencias en los procesos y en los insumos, pueden explicar algunas de las variaciones, además de que las diferencias en los requisitos de

registro en los sistemas *RETC* nacionales pueden asimismo contribuir. La inclusión futura de datos mexicanos en dicho análisis podría demostrar mejor la forma en que las diferencias en los requisitos nacionales de registro afectan el panorama general de la contaminación en esta industria. Esta presentación de los datos ofrece a los tres programas *RETC* de América del Norte información que puede aprovecharse para establecer áreas prioritarias para acciones ulteriores en materia de prevención y reducción de la contaminación.

Cuadro 4-31. Emisiones (en sitio y fuera de sitio) de contaminantes de preocupación, terminales de almacenamiento, Canadá y Estados Unidos, 2002–2005

| Contaminante | Categoría de contaminante | | Año de registro (kg) | | | | Emisiones promedio, 2002–2005 (kg) | Porcentaje de emisiones totales | Número promedio de terminales de almacenamiento que registran, 2002–2005 | Porcentaje del total de las terminales de almacenamiento | Emisiones (promedio, 2002–2005) como porcentaje de las emisiones y transferencias totales | | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----|----------------------|---------|---------|---------|------------------------------------|---------------------------------|--|--|---|---------|-------------------------|----------|---------------------------------|
| | C | D/R | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | | | | | Al aire | Al agua | A inyección subterránea | Al suelo | Para disposición fuera de sitio |
| Canadá | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tolueno | | x | 27,833 | 57,814 | 70,972 | 68,724 | 56,336 | 68.30 | 10 | 11 | 73.95 | 0.11 | 0.00 | 0.06 | 13.69 |
| Benceno | x | x | 9,076 | 15,488 | 17,412 | 16,500 | 14,619 | 17.72 | 8 | 10 | 85.78 | 0.28 | 0.00 | 0.08 | 5.13 |
| Etilbenceno | x | | 3,336 | 9,824 | 11,866 | 11,679 | 9,176 | 11.13 | 8 | 9 | 65.04 | 0.14 | 0.00 | 1.51 | 14.37 |
| Plomo y sus compuestos | x | x | 1,212 | 1,653 | 3,471 | 1,697 | 2,008 | 2.43 | 4 | 4 | 0.18 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.81 |
| Naftaleno | x | | 300 | 311 | 365 | 378 | 339 | 0.41 | 2 | 2 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Estados Unidos | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tolueno | | x | 218,095 | 205,817 | 228,613 | 267,506 | 230,008 | 52.25 | 417 | 76.00 | 32.35 | 0.08 | 0.00 | 1.41 | 5.22 |
| Benceno | x | x | 144,751 | 113,965 | 111,982 | 128,575 | 124,818 | 28.36 | 393 | 71.72 | 46.93 | 0.28 | 0.00 | 0.38 | 3.38 |
| Etilbenceno | x | | 44,182 | 36,950 | 42,829 | 59,863 | 45,956 | 10.44 | 378 | 68.98 | 24.99 | 0.10 | 0.00 | 1.28 | 5.25 |
| Naftaleno | x | | 34,241 | 31,037 | 31,107 | 22,429 | 29,704 | 6.75 | 225 | 41.06 | 14.86 | 0.47 | 0.00 | 0.71 | 8.55 |
| Plomo y sus compuestos | x | x | 3,957 | 3,797 | 3,767 | 2,967 | 3,622 | 0.82 | 210 | 38.37 | 5.12 | 0.36 | 0.00 | 0.01 | 75.97 |
| 1,3-Butadieno | x | x | 2,731 | 3,842 | 1,920 | 2,158 | 2,663 | 0.60 | 3 | 0.55 | 89.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Diclorometano | x | | 2,251 | 3,011 | 2,034 | 3,052 | 2,587 | 0.59 | 2 | 0.32 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Estireno | x | | 569 | 499 | 1,763 | 310 | 785 | 0.18 | 18 | 3.24 | 48.23 | 0.24 | 0.00 | 6.93 | 0.09 |
| Níquel y sus compuestos | x | x | 87 | 1 | 1 | 1 | 23 | 0.01 | 3 | 0.55 | 11.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.79 |
| Mercurio y sus compuestos | x | x | 24 | 3 | 2 | 2 | 8 | 0.00 | 72 | 13.18 | 19.03 | 1.36 | 0.00 | 0.00 | 4.23 |

C = carcinógeno conocido o presunto.

D/R = sustancias que afectan al desarrollo o la reproducción.

Reconocimientos

Para la elaboración de este capítulo se realizaron entrevistas con representantes de las siguientes plantas:

Canadá: Petro Canada, Oakville Terminal, Oakville, Ontario, Bill Hunter; Enbridge Pipelines (Athabasca) Inc., Athabasca Terminal, Fort McMurray, Alberta, Angela Ewaskiw; Spectra Energy (antes Duke Energy), Taylor, Columbia Británica, Bruce Kosugi y April Hauk; Terasen Gas (Isla de Vancouver) Inc, New Westminster District, Columbia Británica, Brent Masuch; Shell Canada, Waterton Complex, Pincher Creek, Alberta, Rod Plesko; Suncor Energy Inc. Oil Sands, Fort McMurray, Alberta, Andrew Cummins; Taylor Processing Inc., Harmattan Gas Plant, Didsbury, Alberta, Dale Nylund; TransCanada Pipelines, Regional Municipality of York, Ontario, Jim Cormack.

México: Pemex, Dirección Corporativa, Guillermo Camacho Uriarte, Cruz Ernesto Hernández Ramírez y María Eugenia Botella Prado; Refinería Miguel Hidalgo, Alfredo Miranda Méndez; Terminal de Almacenamiento y Distribución 18 de Marzo, José Gustavo Sánchez y Andrés Martínez; Complejo Procesador de Gas Cactus, Óscar Alamilla Jiménez, Edna Calva Cruz, Blanca América Flores Zapata y Susana Perales Vela; Pemex Exploración y Producción, región sur, Jorge Fernández Enríquez y Patricia Vizcarra.

Estados Unidos: Americhem Sales Corp, Mason, Michigan, Jim Nelson; BP West Coast Products LLC, Carson, California, Regina Sieber y Walter Neil; Citgo Petroleum Corp, Westlake, Louisiana, Diana LeBlanc y David Hollis; Enterprise Products Operating LLC, Mont Belvieu, Texas, Mike Tomerlin; Tesoro Petroleum-Mandan Refinery, Mandan, Dakota del Norte, Ron Day; y dos plantas que pidieron no ser nombradas.

Las siguientes organizaciones y personas revisaron este capítulo y ofrecieron sus comentarios:

Canadá: ministerio de Medio Ambiente de Canadá; Ministerio de Desarrollo Sustentable, Medio Ambiente y Parques de Quebec; Pembina Institute, Chris S. Baker; Environmental Defence, Matt Price; Husky Energy, Wayne Hillier.

México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat); Centro Mario Molina, Rodolfo Lacy Tamayo; Instituto Mexicano del Petróleo, María del Carmen González Macías.

Estados Unidos: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos; Environmental Integrity Project, Eric Schaeffer; Louisiana Environmental Action Network, Wilma Subra; American Petroleum Institute, Derek Swick.

Referencias

- Alberta Government, 2007. *Alberta rolls out new environmental strategy to protect air, land and water*, <<http://alberta.ca/acn/200710/222176124AD64-E75E-2FFB-6DF1F0D2D55B2075.html>>.
- API, 2008. *The Bakken Shale, North Dakota*, American Petroleum Institute, <<http://www.api.org/policy/exploration/index.cfm>>.
- _____, 2009. *The story of oil sands*, <<http://www.api.org/aboutoilgas/oilsands/>>.
- CAPP, 2007. *CAPP stewardship report 2007*, Canadian Association of Petroleum Producers, <<http://stewardship.capp.ca/>>.
- CCA, 2008. *Complejo Procesador de Gas 'Cactus'*, informe de consultoría, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.
- CCME, 2001. *Canada Wide Standard for Benzene. Phase 2*, Canadian Council of Ministers of the Environment, <http://www.ccme.ca/assets/pdf/marbek_bnchmrk_rept_sum.pdf>.
- _____, 2003. *Benchmarking regulatory regimes of petroleum refineries*, Marbek Resource Consultants with AMEC E&C Services Ltd., <http://www.ccme.ca/assets/pdf/marbek_bnchmrk_rpt_sum.pdf>.
- Centre for Energy, 2008a. *Facts and stats*, <<http://www.centreforenergy.com/FactsStats/statistics.asp?template=5,0>>.
- _____, 2008b. *How are heavy oil and bitumen processed?*, <<http://www.centreforenergy.com/AboutEnergy/ONG/OilsandsHeavyOil/Overview.asp?page=10>>.
- _____, 2008c. *What is unconventional natural gas?*, <<http://www.centreforenergy.com/generator.asp?xml=/silos/ong/UNGOOverview01XML.asp&Template=1,2,1>>.
- _____, 2008d. *Industry facts and information, crude oil, statistics for the past eight years*, <http://www.centreforenergy.com/FastFacts-BySilo.asp?Template=About_Energy,ONG&tid=10>.
- CEPA, 2008. *What is a pipeline?*, Canadian Energy Pipeline Association, <http://www.cepa.com/pi-peline101.aspx?page_guid=827CCD9F-4EA4-43A9-8261-4C90678938E7>.
- CPPI, 1991. *Atmospheric emissions from Canadian petroleum refineries and the associated gasoline distribution system for 1988*, informe del CCPI núm. 91-7, Canadian Petroleum Products Institute.
- _____, 2007a. *Canada's refineries at a glance*, <http://www.cppei.ca/Refining_Marketing_Distribution.html>.
- _____, 2007b. *Code of practice for developing an emission inventory for refineries and terminals*, revisión 11, noviembre, <<http://www.cppei.ca/tech/COPREI.pdf>>.
- EIA, 2006. *International energy annual*, Energy Information Administration, <<http://www.eia.doe.gov/iea/contents.html>>.
- _____, 2008a. *Country analysis briefs, Canada*, <<http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/Canada/Oil.html>>.
- _____, 2008b. *Country analysis briefs, Mexico*, <<http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/Mexico/Full.html>>.
- _____, 2008c. *U.S. overview, state energy profiles*, <<http://tonto.eia.doe.gov/state/>>.
- Environment Canada, 2008. *GHG Emissions Reporting Program Data*, <http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/facility_e.cfm>.
- Environmental Integrity Project, 2007. *Environmental Integrity Project urges EPA to perform adequate risk assessment and strengthen the "MACT" Standards for Emissions of Hazardous Air Pollutants from Oil Refineries*, <<http://www.environmentalintegrity.org/page113.cfm>>.
- IER, 2008. *Petroleum*, Institute for Energy Research, <<http://www.instituteforenergyresearch.org/energy-overview/petroleum-oil/>>.
- MMS, 2008. *US Department of the Interior, reported royalty revenue by category*, Minerals Management Services, <http://www.mrm.mms.gov/MRMWebStats/Disbursements_Royalties.aspx?report=ReportedRoyaltyRevenuebyCategory&yeartype=FY&year=2005&datatype=AY>.
- National Energy Board, 2006. *Canada's oil sands—Opportunities and challenges to 2015, an update*, junio, <<http://www.neb.gc.ca>>.
- Pembina Institute, 2008. *Upgrader alley*, <<http://www.oilsandswatch.org/pub/1655>>.

- Pemex, *Accidentes personales*, 2005. <http://desarrollosustentable.pemex.com/files/content/informes_docs/informe05/sus2005_seguridad.pdf>.
- _____, 2007. *Exploration and production*, <http://www.PEMEX.com/files/content/2_Exploration_08.pdf>.
- Pipeline 101, 2008. *Overview*, <<http://www.pipeline101.com/Overview/crude-pl.html>>.
- US EPA, 2000a. *Enforcement alert: Frequent routine flaring may cause excessive uncontrolled sulfur dioxide releases*, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, octubre, EPA 300-N-00-014, <<http://www.epa.org/oeca/ore/enfalert>>.
- _____, 2000b. *Factsheet: Final air toxics rule for oil and gas production facilities and natural gas transmission and storage facilities*, <<http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t3fs.html>>.
- _____, 2000c. *Sector strategies program, oil and gas. Sector profile*, <<http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/oil.html>>.
- _____, 2001. "Effluent Limits Guidelines and New Source Performance Standards for Oil and Gas Extraction Point Source Category. CFR Parts 9 and 435", *Federal Register*, vol. 66, núm. 14, 22 de enero de 2001, pp. 6849-6919, <<http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-WATER/2001/January/Day-22/w361.htm>>.
- _____, 2003. *Standards of performance for bulk gasoline terminals and national emission standards for gasoline distribution facilities (bulk gasoline terminals and pipeline breakout stations)*. Final rule, EPA, Washington, DC.
- _____, 2008a. *Fact sheet: New source performance standards for petroleum refineries*, <http://www.epa.gov/ttncaaa1/t1/fact_sheets/nsps_fs_043008.pdf>.
- _____, 2008b. *Petroleum refinery national priority case results*, <<http://www.epa.gov/compliance/resources/cases/civil/caa/oil/index.html>>.

En
balance

Apéndice

Apéndice - Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte, 2005

| Sustancia | Chemical Name | Substance | Núm. CAS | RETC | | TRI | | NPRI | | RETC ante el cual se debe informar del contaminante | | |
|---|--|---|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---|----------------|--------|
| | | | | Umbral del MPO ¹ (kg/año) | Umbral de emisión del RETC (kg/año) | Clasificación del TRI ² | Umbral del TRI (kg/año) | Clasificación del NPRI ³ | Umbral del NPRI (kg/año) | México | Estados Unidos | Canadá |
| 1-Cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b) | 1-Chloro-1,1-difluoroethane (HCFC-142b) | 1-Chloro-1,1-difluoroéthane (HCFC-142b) | 75-68-3 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 1,1-Dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b) | 1,1-Dichloro-1-fluoroethane (HCFC-141b) | 1,1-Dichloro-1-fluoroéthane (HCFC-141b) | 1717-00-6 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 1,1-Metilenobis (4-isocianato ciclohexano) | 1,1-Methylenebis (4-isocyanatocyclohexane) | 1,1'-Méthylènebis (4-isocyanatocyclohexane) | 5124-30-1 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 1,1,1-Tricloroetano | 1,1,1-Trichloroethane | 1,1,1-Trichloroéthane | 71-55-6 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| 1,1,1,2-Tetracloroetano | 1,1,1,2-Tetrachloroethane | 1,1,1,2-Tétrachloroéthane | 630-20-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 1,1,2-Tricloroetano | 1,1,2-Trichloroethane | 1,1,2-Trichloroéthane | 79-00-5 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 1,1,2-Triclorotrifluoroetano (CFC-113) | 1,1,2-Trichlorotrifluoroethane (CFC-113) | 1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroéthane (CFC-113) | 76-13-1 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| 1,1,2,2-Tetracloroetano | 1,1,2,2-Tetrachloroethane | 1,1,2,2-Tétrachloroéthane | 79-34-5 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 1,2-Diclorobenceno | 1,2-Dichlorobenzene | o-Dichlorobenzène | 95-50-1 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 1,2-Dicloroetano | 1,2-Dichloroethane | 1,2-Dichloroéthane | 107-06-2 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | VOC | 10,000 | x | x | x |
| 1,2-Dicloropropano | 1,2-Dichloropropane | 1,2-Dichloropropane | 78-87-5 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 1,2,4-Triclorobenceno | 1,2,4-Trichlorobenzene | 1,2,4-Trichlorobenzène | 120-82-1 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 1,2,4-Trimethylbenzene | 1,2,4-Triméthylbenzène | 95-63-6 | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| 1,3-Butadieno | 1,3-Butadiene | Buta-1,3-diène | 106-99-0 | 5,000 | 100 | | 11,340 | VOC | 10,000 | x | x | x |
| 1,3-Dicloro-1,2,2,3,3-pentafluoropropano (HCFC-225cb) | 1,3-Dichloro-1,2,2,3,3-Pentafluoropropane (HCFC-225cb) | 1,3-Dichloro-1,2,2,3,3-pentafluoropropane (HCFC-225cb) | 507-55-1 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| 1,4-Diclorobenceno | 1,4-Dichlorobenzene | p-Dichlorobenzène | 106-46-7 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | VOC | 10,000 | x | x | x |
| 1,4-Dioxano | 1,4-Dioxane | 1,4-Dioxane | 123-91-1 | 5,000 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 2-Etoxietanol | 2-Ethoxyethanol | 2-Éthoxyéthanol | 110-80-5 | 2,500 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 2-Fenilfenol | 2-Phenylphenol | o-Phénylphénol | 90-43-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 2-Mercaptobenzotiazol | 2-Mercaptobenzothiazole | Benzothiazole-2-thiol | 149-30-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 2-Metilpiridina | 2-Methylpyridine | 2-Méthylpyridine | 109-06-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 2-Metoxietanol | 2-Methoxyethanol | 2-Méthoxyéthanol | 109-86-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 2-Nitropropano | 2-Nitropropane | 2-Nitropropane | 79-46-9 | 2,500 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 2,4-Diaminotolueno | 2,4-Diaminotoluene | 2,4-Diaminotoluène | 95-80-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 2,4-Diclorofenol | 2,4-Dichlorophenol | 2,4-Dichlorophénol | 120-83-2 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 2,4-Dinitrotolueno | 2,4-Dinitrotoluene | 2,4-Dinitrotoluène | 121-14-2 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 2,4,5-Triclorofenol | 2,4,5-Trichlorophenol | Trichloro-2,4,5 phénol | 95-95-4 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| 2,4,6-Triclorofenol | 2,4,6-Trichlorophenol | Trichloro-2,4,6 phénol | 61/1984 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| 2,6-Dinitrotolueno | 2,6-Dinitrotoluene | 2,6-Dinitrotoluène | 606-20-2 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 3-Cloro-2-metil-1-propeno | 3-Chloro-2-methyl-1-propene | 3-Chloro-2-méthylpropène | 563-47-3 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 3-Chloropropionitrilo | 3-Chloropropionitrile | 3-Chloropropionitrile | 542-76-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 3,3-Dicloro-1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HCFC-225ca) | 3,3-Dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoropropane (HCFC-225ca) | Dichloro-3,3 pentafluoro-1,1,1,2,2 propane (HCFC-225ca) | 422-56-0 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| 4-Amino difenilo | 4-Aminobiphenyl | Amino-4 diphényle | 92-67-1 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| 4-Nitrodifenilo | P-Nitrobiphenyl | Nitro-4 diphényle | 92-93-3 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| 4-Nitrofenol | 4-Nitrophenol | p-Nitrophénol | 100-02-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 4,4'-Isopropilidenedifenol | 4,4'-Isopropylidenediphenol | p,p'-Isopropylidenediphénol | 80-05-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 4,4'-Metilenebis(2-cloroanilina) | 4,4'-Methylenebis(2-chloroaniline) | p,p'-Méthylènebis(2-chloroaniline) | 101-14-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 4,4'-Metilenedianilina | 4,4'-Methylenedianiline | p,p'-Méthylènedianiline | 101-77-9 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| 4,6-Dinitro-o-cresol | 4,6-Dinitro-o-cresol | 4,6-Dinitro-o-crésol | 534-52-1 | 2,500 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| 7H-Dibenzo(c,g)carbazol | 7H-Dibenzo(c,g)carbazole | 7H-Dibenzo(c,g)carbazole | 194-59-2 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Acetaldehído | Acetaldehyde | Acéaldéhyde | 75-07-0 | 2,500 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Acetato de vinilo | Vinyl acetate | Acétate de vinyle | 108-05-4 | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| Acetofenona | Acetophenone | Acétophénone | 98-86-2 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Acetonitrilo | Acetonitrile | Acétonitrile | 75-05-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido 2,4-diclorofenoxiacético | 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid | Acide dichloro-2,4 phénoxyacétique | 94-75-7 | 2,500 | 100 | | 11,340 | | | x | x | |
| Ácido acrílico | Acrylic acid | Acide acrylique | 79-10-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido cianhídrico | Hydrogen cyanide | Cyanure d'hydrogène | 74-90-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido cloréndico | Chlorendic acid | Acide chlorendique | 115-28-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido clorhídrico | Hydrochloric acid | Acide chlorhydrique | 7647-01-0 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido cloroacético | Chloroacetic acid | Acide chloroacétique | 79-11-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |

¹ MPO = manufactura, porcesamiento u otro uso.

² PAC = polycyclic aromatic compounds (compuestos aromáticos policíclicos, CAP).

³ VOC = volatile organic compounds (compuestos orgánicos volátiles, COV) y PAH = polycyclic aromatic hydrocarbons (hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP).

Apéndice (continuación)

| Sustancia | Chemical Name | Substance | Núm. CAS | RETC | | TRI | | NPRI | | RETC ante el cual se debe informar del contaminante | | |
|---------------------------------------|---|---|-----------|---|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|----------------|--------|
| | | | | Umbral MPO ¹ del RETC (kg/año) | Umbral de emisión del RETC (kg/año) | Clasificación del TRI ² | Umbrales del TRI (kg/año) | Clasificación del NPRI ³ | Umbrales del NPRI (kg/año) | México | Estados Unidos | Canadá |
| Ácido fluorhídrico | Hydrogen fluoride | Fluorure d'hydrogène | 7664-39-3 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido fórmico | Formic acid | Acide formique | 64-18-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido nítrico y compuestos nitrados | Nitric acid and nitrate compounds | Acide nitrique et composés de nitrate | -- | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido nitrilotriacético | Nitrilotriacetic acid | Acide nitrilotriacétique | 139-13-9 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido peracético | Peracetic acid | Acide peracétique | 79-21-0 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Ácido sulfhídrico | Hydrogen sulfide | Sulfure d'hydrogène | 613/7779 | 5,000 | 1,000 | | | | 10,000 | x | | x |
| Ácido sulfúrico | Sulfuric acid | Acide sulfurique | 7664-93-9 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Acrilamida | Acrylamide | Acrylamide | 79-06-1 | 2,500 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Acrilato de butilo | Butyl acrylate | Acrylate de butyle | 141-32-2 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Acrilato de etilo | Ethyl acrylate | Acrylate d'éthyle | 140-88-5 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Acrilato de metilo | Methyl acrylate | Acrylate de méthyle | 96-33-3 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Acrolonitrilo | Acrylonitrile | Acrylonitrile | 107-13-1 | 2,500 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Acroleína | Acrolein | Acroléine | 107-02-8 | 2,500 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Alcanos policlorinados (C10-C13) | Polychlorinated alkanes (C10-C13) | Alcanes polychlorés (C10-C13) | -- | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Alcohol alílico | Allyl alcohol | Alcool allylique | 107-18-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Alcohol isopropílico | Isopropyl alcohol | Alcool isopropylique | 67-63-0 | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| Alcohol n-butílico | n-Butyl alcohol | Butan-1-ol | 71-36-3 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Alcohol propargílico | Propargyl alcohol | Alcool propargylique | 107-19-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Alcohol sec-butílico | sec-Butyl alcohol | Butan-2-ol | 78-92-2 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Alcohol terbutílico | tert-Butyl alcohol | 2-Méthylpropan-2-ol | 75-65-0 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Aldrín | Aldrin | Aldrine | 309-00-2 | 50 | 100 | | 100 | | | x | x | |
| Aluminio (humo o polvo) | Aluminum (fume or dust) | Aluminium (fumée ou poussière) | 7429-90-5 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Amarillo 3 disperso | C.I. Disperse Yellow 3 | Indice de couleur Jaune de dispersion 3 | 2832-40-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Amarillo solvente 14 | C.I. Solvent Yellow 14 | Indice de couleur Jaune de solvant 14 | 842-07-9 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Amoniaco | Ammonia | Ammoniac | | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Anhídrido ftálico | Phthalic anhydride | Anhydride phtalique | 85-44-9 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Anhídrido maleico | Maleic anhydride | Anhydride maléique | 108-31-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Anilina | Aniline | Aniline | 62-53-3 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | VOC | 10,000 | x | x | x |
| Antimonio y compuestos | Antimony and its compounds | Antimoine et ses composés | -- | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Antraceno | Anthracene | Anthracène | 120-12-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Arsénico y compuestos | Arsenic and its compounds | Arsenic et ses composés | -- | 5 | 1 | | 11,340 | | 50 | x | x | x |
| Asbestos (friables) | Asbestos (friable form) | Amiante (forme friable) | 1332-21-4 | 5 | 1 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Benceno | Benzene | Benzène | 71-43-2 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | VOC | 10,000 | x | x | x |
| Bencidina | Benzidine | Benzidine | 92-87-5 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| Benzo(a)antraceno | Benzo(a)anthracene | Benzo(a)anthracène | 56-55-3 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Benzo(a)fenantreno | Benzo(a)phenanthrene | Benzo(a)phénanthrène | 218-01-9 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Benzo(a)pireno | Benzo(a)pyrene | Benzo(a)pyrène | 50-32-8 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Benzo(b)fluoranteno | Benzo(b)fluoranthene | Benzo(b)fluoranthène | 205-99-2 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Benzo(g,h,i)perileno | Benzo(g,h,i)perylene | Benzo(g,h,i)pérylène | 191-24-2 | | | PAC | 10 | PAH | 50 | | x | x |
| Benzo(j)fluoranteno | Benzo(j)fluoranthene | Benzo(j)fluoranthène | 205-82-3 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Benzo(k)fluoranteno | Benzo(k)fluoranthene | Benzo(k)fluoranthène | 207-08-9 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Beta-naftalina | 2-Naphthylamine | bêta-Naphthylamine | 91-59-8 | 50 | 100 | | 11,340 | | | x | x | |
| Bifenilo | Biphenyl | Biphényle | 92-52-4 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Bifenilos policlorados | PCBs | Biphényles polychlorés | 1336-36-3 | 5 | any | | 10 | | | x | x | |
| Bromato de potasio | Potassium bromate | Bromate de potassium | 1/1/7754 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Bromo | Bromine | Brome | 7726-95-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Bromoclorodifluorometano (Halon 1211) | Bromochlorodifluoromethane (Halon 1211) | Bromochlorodifluorométhane (Halon 1211) | 353-59-3 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Bromoformo | Bromoform | Bromofome | 75-25-2 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| Bromometano | Bromomethane | Bromométhane | 74-83-9 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Bromotrifluorometano (Halon 1301) | Bromotrifluoromethane (Halon 1301) | Bromotrifluorométhane (Halon 1301) | 75-63-8 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Butiraldehído | Butyraldehyde | Butyraldéhyde | 123-72-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Cadmio y compuestos | Cadmium and its compounds | Cadmium et ses composés | -- | 5 | 1 | | 11,340 | | 5 | x | x | x |
| Carbonato de litio | Lithium carbonate | Carbonate de lithium | 554-13-2 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |

¹ MPO = manufactura, porcesamiento u otro uso.² PAC = polycyclic aromatic compounds (compuestos aromáticos policíclicos, CAP).³ VOC = volatile organic compounds (compuestos orgánicos volátiles, COV) y PAH = polycyclic aromatic hydrocarbons (hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP).

Apéndice (continuación)

| Sustancia | Chemical Name | Substance | Núm. CAS | RETC | | TRI | | NPRI | | RETC ante el cual se debe informar del contaminante | | |
|--|---|--|------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|----------------|--------|
| | | | | Umbral MPO ¹ del RETC (kg/año) | Umbral de emisión del RETC (kg/año) | Clasificación del TRI ² | Umbrales del TRI (kg/año) | Clasificación del NPRI ³ | Umbrales del NPRI (kg/año) | México | Estados Unidos | Canadá |
| Catecol | Catechol | Catéchol | 120-80-9 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cetona Michler | Michler's ketone | Cétone de Michler | 90-94-8 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cianamida de calcio | Calcium cyanamide | Cyanamide calcique | 156-62-7 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cianuros | Cyanides | Cyanures | -- | 5,000 | 100 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Ciclohexano | Cyclohexane | Cyclohexane | 110-82-7 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Ciclohexanol | Cyclohexanol | Cyclohexanol | 108-93-0 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Clordano | Chlordane | Chlordane | 57-74-9 | 5 | 100 | | 10 | | | | x | x |
| Clorhidrato de tetraciclina | Tetracycline hydrochloride | Chlorhydrate de tétracycline | 64-75-5 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloro | Chlorine | Chlore | 7782-50-5 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Clorobenceno | Chlorobenzene | Chlorobenzène | 108-90-7 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | VOC | | 10,000 | x | x |
| Clorodifluorometano (HCFC-22) | Chlorodifluoromethane (HCFC-22) | Chlorodifluoroéthane (HCFC-22) | 75-45-6 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloroetano | Chloroethane | Chloroéthane | 75-00-3 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloroformiato de etilo | Ethyl chloroformate | Chloroformiate d'éthyle | 541-41-3 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloroformo | Chloroform | Chloroforme | 67-66-3 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Clorometano | Chloromethane | Chlorométhane | 74-87-3 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloropentafluoroetano (CFC-115) | Monochloropentafluoroethane (CFC-115) | Chloropentafluoroéthane (CFC-115) | 76-15-3 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Clorotetrafluoroetano | HCFC 124 (and all isomers) | Chlorotétrafluoroéthane | -- | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Clorotrifluorometano (CFC-13) | Chlorotrifluoromethane (CFC-13) | Chlorotrifluoroéthane (CFC-13) | 75-72-9 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloruro de alilo | Allyl chloride | Chlorure d'allyle | 107-05-1 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloruro de bencilo | Benzyl chloride | Chlorure de benzyle | 100-44-7 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloruro de benzoilo | Benzoyl chloride | Chlorure de benzoyle | 98-88-4 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloruro de vinilideno | Vinylidene chloride | Chlorure de vinylidène | 75-35-4 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cloruro de vinilo | Vinyl chloride | Chlorure de vinyle | 75-01-4 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cobalto y compuestos | Cobalt and its compounds | Cobalt et ses composés | -- | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cobre y compuestos | Copper and its compounds | Cuivre et ses composés | -- | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Creosota | Creosote | Créosote | 8001-58-9 | | | | 11,340 | VOC | | 10,000 | x | x |
| Cresol (mezcla de isómeros) | Cresol (all isomers and their salts) | Crésol (mélange d'isomères) | -- | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cromo y compuestos | Chromium and its compounds | Chrome et ses composés | -- | 5 | 1 | | 11,340 | * | | 10,000 | x | x |
| Crotonaldehído | Crotonaldehyde | Crotonaldéhyde | 4170-30-3 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cumeno | Cumene | Cumène | 98-82-8 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Cumeno hidroperóxido | Cumene hydroperoxide | Hydroperoxyde de cumène | 80-15-9 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Di(2-etilhexil) ftalato | Di(2-ethylhexyl) phthalate | Phtalate de bis(2-éthylhexyle) | 117-81-7 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Dibenzo(a,h)antraceno | Dibenzo(a,h)anthracene | Dibenzo(a,h)anthracène | 53-70-3 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Dibenzo(a,i)pireno | Dibenzo(a,i)pyrene | Dibenzo(a,i)pyrène | 189-55-9 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Dibenzo(a,j)acridina | Dibenzo(a,j)acridine | Dibenzo(a,j)acridine | 224-42-0 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Dibutil ftalato | Dibutyl phthalate | Phtalate de dibutyle | 84-74-2 | 5,000 | 100 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Diclorodifluorometano (CFC-12) | Dichlorodifluoromethane (CFC-12) | Dichlorodifluoroéthane (CFC-12) | 75-71-8 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Diclorometano | Dichloromethane | Dichlorométhane | 75-09-2 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Dicloropentadieno | Dicyclopentadiene | Dicyclopentadiène | 77-73-6 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Diclorotetrafluoroetano (CFC-114) | Dichlorotetrafluoroethane (CFC-114) | Dichlorotétrafluoroéthane (CFC-114) | 76-14-2 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Diclorotrifluoroetano | HCFC-123 (and all isomers) | Dichlorotrifluoroéthane | -- | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Dietanolamina | Diethanolamine | Diéthanolamine | 111-42-2 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Difenilamina | Diphenylamine | Dianiline | 122-39-4 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Dihidrorloruro de 3,3'-diclorobencidina | 3,3'-Dichlorobenzidine dihydrochloride | Dichlorhydrate de 3,3'-dichlorobenzidine | 612-83-9 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Diisocianato de 2,2,4-trimetilhexametileno | 2,2,4-Trimethylhexamethylene diisocyanate | Diisocyanate 2,2,4-triméthylhexaméthylène | 16938-22-0 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Diisocianato de 2,4,4-trimetilhexametileno | 2,4,4-Trimethylhexamethylene diisocyanate | Diisocyanate de 2,4,4-triméthylhexaméthylène | 15646-96-5 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Diisocianato de difenilmetano polimerizado | Polymeric diphenylmethane diisocyanate | Diisocyanate de diphénylméthane (polymérisé) | 9016-87-9 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Diisocianato de isoforona | Isophorone diisocyanate | Diisocyanate d'isophorone | 4098-71-9 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Dimetil ftalato | Dimethyl phthalate | Phtalate de diméthyle | 131-11-3 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |
| Dimetilamina | Dimethylamine | Diméthylamine | 124-40-3 | | | | 11,340 | | | 10,000 | x | x |

¹ MPO = manufactura, porcesamiento u otro uso.

² PAC = polycyclic aromatic compounds (compuestos aromáticos policíclicos, CAP).

³ VOC = volatile organic compounds (compuestos orgánicos volátiles, COV) y PAH = polycyclic aromatic hydrocarbons (hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP).

* Sólo en Canadá los compuestos hexavalentes del cromo se registran por separado de otros compuestos del cromo (con un umbral de registro de 50 kg).

Apéndice (continuación)

| Sustancia | Chemical Name | Substance | Núm. CAS | RETC | | TRI | | NPRI | | RETC ante el cual se debe informar del contaminante | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---|----------------|--------|
| | | | | Umbral MPO ¹ del RETC (kg/año) | Umbral de emisión del RETC (kg/año) | Clasificación del TRI ² | Umbral del TRI (kg/año) | Clasificación del NPRI ³ | Umbral del NPRI (kg/año) | México | Estados Unidos | Canadá |
| Dinitrotolueno (mezcla de isómeros) | Dinitrotoluene (mixed isomers) | Dinitrotoluène (mélange d'isomères) | 25321-14-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Dióxido de cloro | Chlorine dioxide | Dioxyde de chlore | 10049-04-4 | 5,000 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Dióxido de torio | Thorium dioxide | Dioxyde de thorium | 1314-20-1 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Dioxinas y furanos | Dioxins and furans | Dioxines et furanes | | ** | | ** | | ** | | x | x | x |
| Disulfuro de carbono | Carbon disulfide | Disulfure de carbone | 75-15-0 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Epiclorohidrina | Epichlorohydrin | Épichlorohydrine | 106-89-8 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Estireno | Styrene | Styrène | 100-42-5 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | VOC | 10,000 | x | x | x |
| Eter bis-cloro metílico | Bis (Chloromethyl) Ether | Éther de bis (chlorométhyle) | 542-88-1 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| Éter metil terbutílico | Methyl tert-butyl ether | Oxyde de tert-butyle et de méthyle | 1634-04-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Etilbenceno | Ethylbenzene | Éthylbenzène | 100-41-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Etilén glicol | Ethylene glycol | Éthylèneglycol | 107-21-1 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Etilén tiourea | Ethylene thiourea | Imidazolidine-2-thione | 96-45-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Etileno | Ethylene | Éthylène | 74-85-1 | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| Fenantreno | Phenanthrene | Phénanthrène | 85-01-8 | | | | 11,340 | PAH | 50 | | x | x |
| Fenol | Phenol | Phénol | 108-95-2 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Fluor | Fluorine | Fluor | 7782-41-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Fluoranteno | Fluoranthene | Fluoranthène | 206-44-0 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Formaldehído | Formaldehyde | Formaldéhyde | 50-00-0 | 5,000 | 100 | | 11,340 | VOC | 10,000 | x | x | x |
| Fósforo | Phosphorus | Phosphore | | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Fosgeno | Phosgene | Phosgène | 75-44-5 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Heptacloro | Heptachlor | Heptachlore | 76-44-8 | 5 | 100 | | 10 | | | x | x | |
| Hexaclorociclopentadieno | Hexachlorocyclopentadiene | Hexachlorocyclopentadiène | 77-47-4 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Hexacloro-1,3-butadieno | Hexachlorobutadiene | Hexachlorobutadiène | 87-68-3 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| Hexaclorobenceno | Hexachlorobenzene | Hexachlorobenzène | 118-74-1 | ** | | ** | | ** | | x | x | x |
| Hexacloroetano | Hexachloroethane | Hexachloroéthane | 67-72-1 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Hexaclorofeno | Hexachlorophene | Hexachlorophène | 70-30-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Hexafluoruro de azufre | Sulfur hexafluoride | Hexafluorure de soufre | 2551-62-4 | 5,000 | any | | | | 10,000 | x | | x |
| Hidracina | Hydrazine | Hydrazine | 302-01-2 | 5,000 | 100 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Hidroquinona | Hydroquinone | Hydroquinone | 123-31-9 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Indeno(1,2,3-c,d)pireno | Indeno(1,2,3-c,d)pyrene | Indeno(1,2,3-c,d)pyrène | 193-39-5 | | | PAC | 100 | PAH | 50 | | x | x |
| Índice de color Azul directo 218 | C.I. Direct Blue 218 | Indice de couleur Bleu direct 218 | 28407-37-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Isobutiraldehído | Isobutyraldehyde | Isobutyraldéhyde | 78-84-2 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Isosafrol | Isosafrole | Isosafrole | 120-58-1 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Lindano (HCH) | Gamma-Hexachlorocyclohexane (lindane) | Lindane | 58-89-9 | 5 | 100 | | 11,340 | | | x | x | |
| Manganeso y compuestos | Manganese and its compounds | Manganèse et ses composés | -- | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Mercurio y compuestos | Mercury and its compounds | Mercure et ses composés | -- | 5 | 1 | | 10 | | 5 | x | x | x |
| Metacrilato de metilo | Methyl methacrylate | Méthacrylate de méthyle | 80-62-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Metanol | Methanol | Méthanol | 67-56-1 | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| Metil isobutil cetona | Methyl isobutyl ketone | Méthylisobutylcétone | 108-10-1 | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| Metil paration | Parathion Methyl | Méthyl parathion | 298-00-0 | 5 | 100 | | 11,340 | | | x | x | |
| Metileno bis (fenilisocianato) | Methylenebis(phenylisocyanate) | Méthylènebis (phénylisocyanate) | 101-68-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Metoxicloro | Methoxychlor | Méthoxychlore | 72-43-5 | 50 | 100 | | 100 | | | x | x | |
| n-Hexano | n-Hexane | n-Hexane | 110-54-3 | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| N-Metil-2-pirrolidona | N-Methyl-2-pyrrolidone | N-Méthyl-2-pyrrolidone | 872-50-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| N-Metilolacrilamida | N-Methylolacrylamide | N-(Hydroxyméthyl)acrylamide | 924-42-5 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| N-Nitrosodifenilamina | N-Nitrosodiphenylamine | N-Nitrosodiphénylamine | 86-30-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| N,N-Dimetilanilina | N,N-Dimethylaniline | N,N-Diméthylaniline | 121-69-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| N,N-Dimetilformamida | N,N-Dimethylformamide | N,N-Diméthylformamide | 68-12-2 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Naftaleno | Naphthalene | Naphtalène | 91-20-3 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Naranja 7 solvente | C.I. Solvent Orange 7 | Indice de couleur Orange de solvant 7 | 3118-97-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Níquel y compuestos | Nickel and its compounds | Nickel et ses composés | -- | 5 | 1 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Nitrato de sodio | Sodium nitrite | Nitrite de sodium | 7632-00-0 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Nitrobenceno | Nitrobenzene | Nitrobenzène | 98-95-3 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |

¹ MPO = manufactura, porcesamiento u otro uso.² PAC = polycyclic aromatic compounds (compuestos aromáticos policíclicos, CAP).³ VOC = volatile organic compounds (compuestos orgánicos volátiles, COV) y PAH = polycyclic aromatic hydrocarbons (hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP).

** Las siguientes sustancias o grupos de ellas se registran de manera distinta (o en gramos) en cada país: a) dioxinas, compuestos tipo dioxinas y furanos, y b) hexaclorobenceno.

Apéndice (continuación)

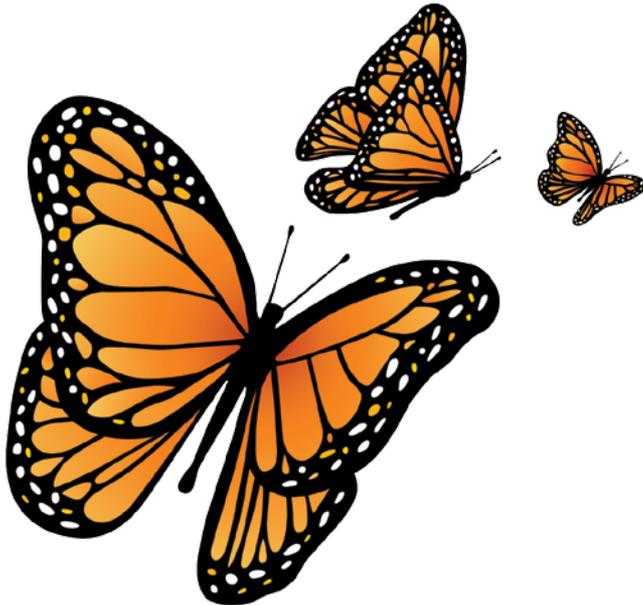
| Sustancia | Chemical Name | Substance | Núm. CAS | RETC | | TRI | | NPRI | | RETC ante el cual se debe informar del contaminante | | |
|---|-------------------------------------|--|------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|----------------|--------|
| | | | | Umbral MPO ¹ del RETC (kg/año) | Umbral de emisión del RETC (kg/año) | Clasificación del TRI ² | Umbrales del TRI (kg/año) | Clasificación del NPRI ³ | Umbrales del NPRI (kg/año) | México | Estados Unidos | Canadá |
| Nitroglicerina | Nitroglycerin | Nitroglycérine | 55-63-0 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Nitrosodimetilamina | N-Nitrosodimethylamine | N-Nitrosodiméthylamine | 62-75-9 | 2,500 | 100 | | 11,340 | | | x | x | |
| Óxido de 1,2-butileno | 1,2-Butylene oxide | 1,2-Époxybutane | 106-88-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Óxido de aluminio (formas fibrosas) | Aluminum oxide (fibrous forms) | Oxyde d'aluminium (formes fibreuses) | 1344-28-1 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Óxido de decabromodifenilo | Decabromodiphenyl oxide | Oxyde de décabromodiphényle | 1163-19-5 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Óxido de estireno | Styrene oxide | Oxyde de styrène | 96-09-3 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Óxido de etileno | Ethylene oxide | Oxyde d'éthylène | 75-21-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Óxido de propileno | Propylene oxide | Oxyde de propylène | 75-56-9 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| p-Fenilenodiamina | p-Phenylenediamine | p-Phénylènediamine | 106-50-3 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| p-Nitroanilina | p-Nitroaniline | p-Nitroaniline | 100-01-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Paraldehído | Paraldehyde | Paraldéhyde | 123-63-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Pentacarbonilo de hierro | Iron pentacarbonyl | Fer-pentacarbonyle | 13463-40-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Pentacloroetano | Pentachloroethane | Pentachloroéthane | 76-01-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Pentaclorofenol | Pentachlorophenol | Pentachlorophénol | 87-86-5 | 2,500 | 1,000 | | 11,340 | | | x | x | |
| Peróxido de benzoilo | Benzoyl peroxide | Peroxyde de benzoyle | 94-36-0 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Piridina | Pyridine | Pyridine | 110-86-1 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Plata y compuestos | Silver and its compounds | Argent et ses composés | -- | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Plomo y compuestos | Lead and its compounds | Plomb et ses composés | -- | 5 | 1 | | 100 | | 50 | x | x | x |
| Propileno | Propylene | Propylène | 115-07-1 | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| Propionaldehído | Propionaldehyde | Propionaldéhyde | 123-38-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Quinoleína | Quinoline | Quinoléine | 91-22-5 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Quinona | Quinone | p-Quinone | 106-51-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Rojo 1 básico | C.I. Basic Red 1 | Indice de couleur Rouge de base 1 | 989-38-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Rojo 15 alimenticio | C.I. Food Red 15 | Indice de couleur Rouge alimentaire 15 | 81-88-9 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Safrol | Safrole | Safrole | 94-59-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Selenio y compuestos | Selenium and its compounds | Sélénium et ses composés | -- | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Sulfato de dietilo | Diethyl sulfate | Sulfate de diéthyle | 64-67-5 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Sulfato de dimetilo | Dimethyl sulfate | Sulfate de diméthyle | 77-78-1 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Sulfuro de carbonilo | Carbonyl sulfide | Sulfure de carbonyle | 463-58-1 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Tetracloroetileno | Tetrachloroethylene | Tétrachloroéthylène | 127-18-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Tetracloruro de carbono | Carbon tetrachloride | Tétrachlorure de carbone | 56-23-5 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Tetracloruro de titanio | Titanium tetrachloride | Tétrachlorure de titane | 7550-45-0 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Tiourea | Thiourea | Thio-urée | 62-56-6 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Toluen-2,4-diisocianato | Toluene-2,4-diisocyanate | Toluène-2,4-diisocyanate | 584-84-9 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Toluen-2,6-diisocianato | Toluene-2,6-diisocyanate | Toluène-2,6-diisocyanate | 91-08-7 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Toluen diisocianatos (mezcla de isómeros) | Toluenediisocyanate (mixed isomers) | Toluènediisocyanate (mélange d'isomères) | 26471-62-5 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Tolueno | Toluene | Toluène | 108-88-3 | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| Toxafeno | Toxaphene | Toxaphène | 8001-35-2 | 5 | 100 | | 10 | | | x | x | |
| Tricloroetileno | Trichloroethylene | Trichloroéthylène | 79-01-6 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Triclorofluorometano (CFC-11) | Trichlorofluoromethane (CFC-11) | Trichlorofluorométhane (CFC-11) | 75-69-4 | 5,000 | 1,000 | | 11,340 | | 10,000 | x | x | x |
| Trietilamina | Triethylamine | Triéthylamine | 121-44-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Trifluoruro de boro | Boron trifluoride | Trifluorure de bore | 71/7633 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Trióxido de molibdeno | Molybdenum trioxide | Trioxyde de molybdène | 1313-27-5 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Vanadio y compuestos | Vanadium and its compounds | Vanadium et ses composés | -- | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Verde 3 ácido | C.I. Acid Green 3 | Indice de couleur Vert acide 3 | 4680-78-8 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Verde 4 básico | C.I. Basic Green 4 | Indice de couleur Vert de base 4 | 569-64-2 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Warfarina | Warfarin | Warfarin | 81-81-2 | 5 | 100 | | 11,340 | | | x | x | |
| Xilenos | Xylene (all isomers) | Xylènes | -- | | | | 11,340 | VOC | 10,000 | | x | x |
| Yoduro de metilo | Methyl iodide | Iodométhane | 74-88-4 | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |
| Zinc y compuestos | Zinc and its compounds | Zinc et ses composés | -- | | | | 11,340 | | 10,000 | | x | x |

¹ MPO = manufactura, porcesamiento u otro uso.

² PAC = polycyclic aromatic compounds (compuestos aromáticos policíclicos, CAP).

³ VOC = volatile organic compounds (compuestos orgánicos volátiles, COV) y PAH = polycyclic aromatic hydrocarbons (hidrocarburos aromáticos policíclicos, HAP).

En
balance





Comisión para la Cooperación Ambiental

393 rue St-Jacques Ouest, Bureau 200
Montreal (Quebec) Canada H2Y 1N9
t .514.350.4300 f 514.350.4314
info@cec.org / www.cec.org

