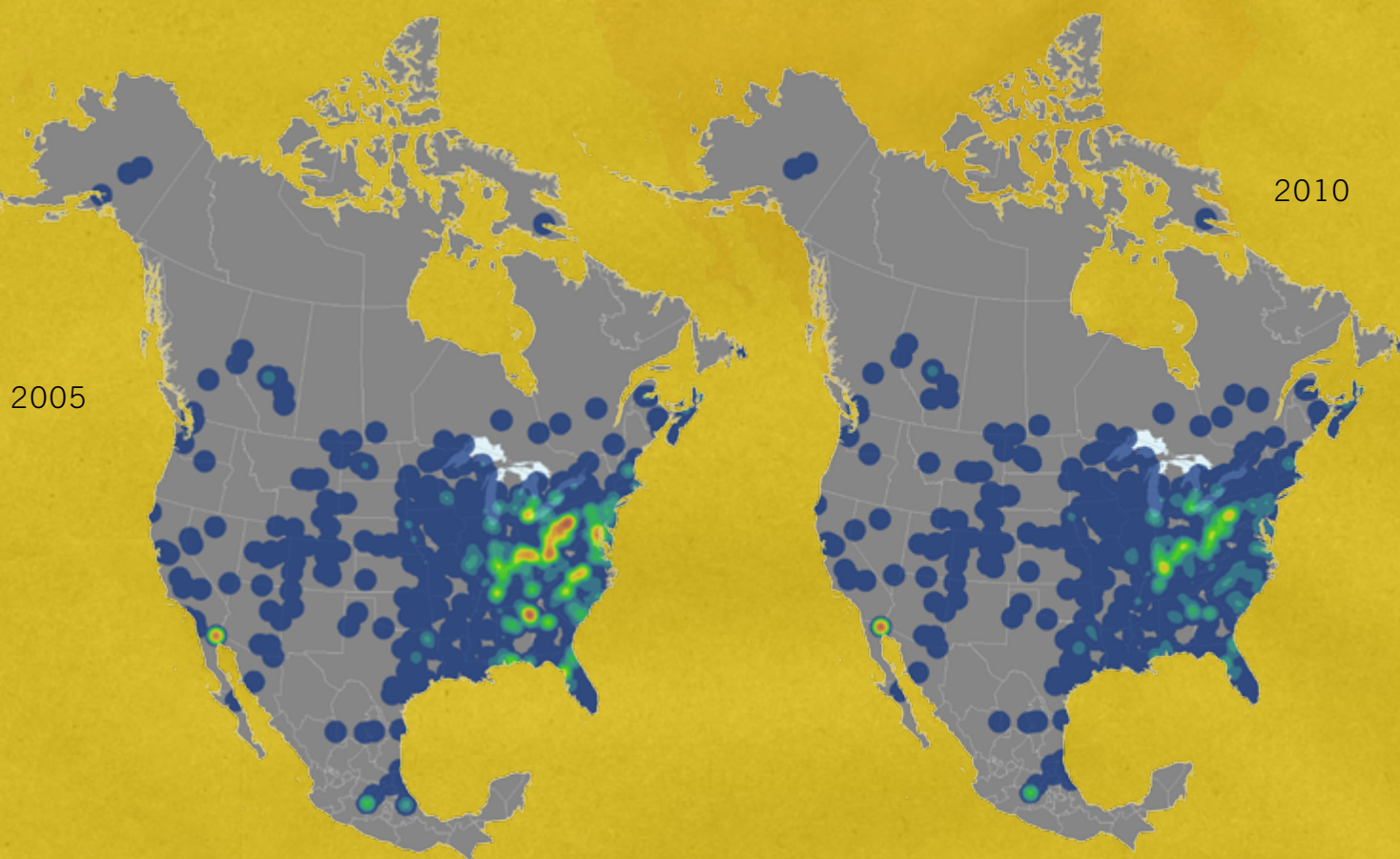


*Análisis de los cambios observados  
en los RETC de América del Norte  
2005-2010*



*Con atención especial en las emisiones  
al aire y el agua provenientes del sector  
de fabricación de celulosa, papel y cartón*



Citar como:

CCA (2014), *En balance: emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte*, vol. 14, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 142 pp.

El presente informe fue elaborado por el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene es responsabilidad de la CCA y no necesariamente refleja los puntos de vista o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción de este material sin previa autorización, siempre y cuando se haga con absoluta precisión, su uso no tenga fines comerciales y se cite debidamente la fuente, con el correspondiente crédito a la Comisión para la Cooperación Ambiental. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo "Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada", de Creative Commons.



#### Particularidades de la publicación

*Tipo:* informe

*Fecha:* octubre de 2014

*Idioma original:* inglés

*Procedimientos de revisión y aseguramiento de calidad:*

*Revisión interna y de especialistas:* noviembre de 2013 - enero de 2014

*Revisión final de las Partes:* marzo a abril de 2014

QA207

© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2014

ISBN 978-2-89700-067-7

*Available in English:* ISBN 978-2-89700-066-0

*Disponible en français:* ISBN 978-2-89700-068-4

Depósito legal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2014

Depósito legal – Library and Archives Canada, 2014

Si desea más información sobre ésta y otras publicaciones de la CCA, dirijase a:



#### Comisión para la Cooperación Ambiental

393 rue St-Jacques ouest, bureau 200  
Montreal (Quebec), 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

---

*Análisis de los cambios observados  
en los RETC de América del Norte 2005-2010*

*Con atención especial en las emisiones al aire y el agua provenientes  
del sector de fabricación de celulosa, papel y cartón*





## Índice

Prefacio	ix
Reconocimientos	xi
Siglas, abreviaturas y acrónimos	xii
Sinopsis	xiii
Resumen ejecutivo	xv
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1 Panorama general de las emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte, 2005-2010</b>	<b>5</b>
1.1 Principales hallazgos	5
1.2 Emisiones y transferencias de contaminantes registradas por las plantas industriales de América del Norte, 2005-2010	6
1.3 Contaminantes registrados en los RETC de América del Norte, 2005-2010	11
1.4 Sectores industriales que presentan informes a los RETC de América del Norte, 2005-2010	12
<b>Capítulo 2 Información detallada sobre las emisiones y transferencias registradas, 2005-2010</b>	<b>21</b>
2.1 Emisiones al aire registradas, 2005-2010	21
2.2 Emisiones al agua registradas, 2005-2010	30
2.3 Emisiones al aire y el agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB, 2005-2010	38
2.4 Emisiones al suelo registradas, 2005-2010	44
2.5 Emisiones por inyección subterránea registradas, 2005-2010	51
2.6 Emisiones fuera de sitio para disposición final registradas, 2005-2010	56
2.7 Transferencias fuera de sitio registradas, 2005-2010	61
<b>Capítulo 3 Emisiones al aire y el agua provenientes de la industria de fabricación de celulosa, papel y cartón, 2005-2010</b>	<b>69</b>
3.1 Principales conclusiones	69
3.2 Panorama del sector de fabricación de celulosa y papel en América del Norte	70
3.3 Procesos y tecnologías: fábricas de celulosa, papel y cartón	71
3.4 Contaminantes asociados al sector de fabricación de celulosa y papel	73
3.5 Prevención y control de la contaminación en el sector de fabricación de celulosa y papel	74
3.6 Fabricación de celulosa y papel: contexto reglamentario	77
3.7 Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón en América del Norte, 2005-2010	79
<b>Apéndice 1 Uso y comprensión de los datos de <i>En balance</i></b>	<b>99</b>
Características de los tres sistemas RETC de América del Norte	99
¿Qué contaminantes han de incluirse en los registros?	100
Clasificación de los contaminantes según su potencial de equivalencia tóxica	101
¿Qué industrias presentan registros?	102
Terminología de <i>En balance</i>	103
Alcance y metodología de <i>En balance</i>	104
Limitaciones de los datos RETC	105
<b>Apéndice 2 Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte</b>	<b>106</b>
<b>Apéndice 3 Principales contaminantes emitidos o transferidos por plantas de América del Norte, 2005-2010</b>	<b>111</b>
<b>Apéndice 4 Sectores que registraron los volúmenes más elevados de emisiones y transferencias totales en los RETC de América del Norte, 2005-2010</b>	<b>112</b>
<b>Apéndice 5 Contaminantes seleccionados: fuentes industriales, usos y propiedades químicas</b>	<b>113</b>
<b>Apéndice 6 Cuestionario para fábricas de celulosa, papel y cartón</b>	<b>117</b>

## Gráficas

<b>Gráfica 1.</b>	Distribución de las plantas industriales incluidas en los RETC de América del Norte, 2010	7
<b>Gráfica 2.</b>	Emisiones y transferencias registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010	8
<b>Gráfica 3.</b>	Emisiones y transferencias registradas en Canadá, Estados Unidos y México, 2005-2010	9
<b>Gráfica 4.</b>	Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones y transferencias totales en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010	15
<b>Gráfica 5.</b>	Emisiones al aire registradas en Canadá, Estados Unidos y México, y principales contaminantes registrados, 2005 y 2010	23
<b>Gráfica 6.</b>	Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones al aire en América del Norte, 2005-2010	24
<b>Gráfica 7.</b>	Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones al aire en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010	25
<b>Gráfica 8.</b>	Emisiones al aire registradas por plantas de generación de electricidad en América del Norte, 2005-2010	28
<b>Gráfica 9.</b>	Distribución de emisiones al aire registradas por plantas de generación de electricidad en América del Norte, por año, 2005-2010	31
<b>Gráfica 10.</b>	Emisiones al agua registradas en Canadá, Estados Unidos y México, y contaminantes con los mayores volúmenes registrados, 2005 y 2010	32
<b>Gráfica 11.</b>	Sectores industriales con las mayores emisiones al agua registradas en América del Norte, 2005-2010	33
<b>Gráfica 12.</b>	Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones al agua en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010	34
<b>Gráfica 13.</b>	Emisiones al aire de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB: RETC de América del Norte, 2005-2010	39
<b>Gráfica 14.</b>	Emisiones al agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB: RETC de América del Norte, 2005-2010	40
<b>Gráfica 15.</b>	Emisiones al suelo registradas en Canadá, Estados Unidos y México, y principales contaminantes registrados, 2005 y 2010	46
<b>Gráfica 16.</b>	Principales sectores industriales que presentaron informes de emisiones al suelo en América del Norte, 2005-2010	48
<b>Gráfica 17.</b>	Principales sectores industriales que registraron emisiones al suelo en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010	49
<b>Gráfica 18.</b>	Emisiones por inyección subterránea registradas en Canadá y Estados Unidos, y principales contaminantes registrados, 2005 y 2010	52
<b>Gráfica 19.</b>	Principales sectores industriales que presentaron informes de emisiones por inyección subterránea en Canadá y Estados Unidos, 2005-2010	53
<b>Gráfica 20.</b>	Sectores industriales que registraron los mayores volúmenes de emisiones por inyección subterránea en Canadá y Estados Unidos, 2005 y 2010	54
<b>Gráfica 21.</b>	Emisiones para disposición registradas en Canadá, Estados Unidos y México, y principales contaminantes registrados, 2005 y 2010	57
<b>Gráfica 22.</b>	Principales sectores industriales que presentaron informes de emisiones fuera de sitio para disposición en América del Norte, 2005-2010	58
<b>Gráfica 23.</b>	Principales sectores industriales que presentaron informes de emisiones para disposición final en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010	59
<b>Gráfica 24.</b>	Transferencias para reciclaje y otras transferencias registradas en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010	62
<b>Gráfica 25.</b>	Principales sectores industriales que presentaron informes de transferencias para reciclaje y otras transferencias en América del Norte, 2005 y 2010	63
<b>Gráfica 26.</b>	Principales sectores industriales que presentaron informes de transferencias para reciclaje y otras transferencias en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010	64
<b>Gráfica 27.</b>	Transferencias transfronterizas registradas en América del Norte, 2006-2010	66
<b>Gráfica 28.</b>	Producción y consumo de celulosa, papel y cartón en América del Norte	70
<b>Gráfica 29.</b>	Diagrama esquemático de una planta típica de celulosa y papel.	71
<b>Gráfica 30.</b>	Emisiones y transferencias registradas por el sector de fabricación de celulosa, papel y cartón en América del Norte, 2005-2010	81
<b>Gráfica 31.</b>	Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón en los RETC de América del Norte, 2005 y 2010	82
<b>Gráfica 32.</b>	Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de celulosa de Estados Unidos, 2005 y 2010	83
<b>Gráfica 33.</b>	Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de papel canadienses y estadounidenses, 2005 y 2010	84
<b>Gráfica 34.</b>	Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de cartón canadienses, 2005 y 2010	85
<b>Gráfica 35.</b>	Distribución de los establecimientos del sector que registraron emisiones al aire en los RETC de América del Norte, 2010	88
<b>Gráfica 36.</b>	Distribución de los establecimientos del sector que registraron emisiones al agua en los RETC de América del Norte, 2010	90
<b>Gráfica 37.</b>	Emisiones al aire de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón, 2005-2010	92
<b>Gráfica 38.</b>	Emisiones al agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón, 2005-2010	91
<b>Gráfica A-1.</b>	Emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte	103

## Cuadros

<b>Cuadro 1.</b>	Panorama de los datos RETC de América del Norte, 2005-2010	10
<b>Cuadro 2.</b>	Contaminantes registrados en los RETC de América del Norte, 2005-2010	11
<b>Cuadro 3.</b>	Principales contaminantes registrados en los RETC de América del Norte, 2005-2010	13
<b>Cuadro 4.</b>	Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones y transferencias totales en los RETC de América del Norte, 2005-2010	14
<b>Cuadro 5.</b>	Sectores industriales con las mayores reducciones en el número de plantas que presentaron informes en el NPRI canadiense y el TRI de Estados Unidos, 2005 y 2010	17
<b>Cuadro 6.</b>	Sectores industriales con los mayores aumentos en el número de plantas que presentaron informes al NPRI canadiense y el TRI de Estados Unidos, 2005-2010	18
<b>Cuadro 7.</b>	Sectores industriales con los mayores cambios en el número de plantas que presentaron informes en el sistema <i>RETC</i> de México, 2005-2010	19
<b>Cuadro 8.</b>	Emisiones y transferencias registradas por establecimientos mexicanos que presentaron informes en 2005 o 2010, pero no en ambos años	20
<b>Cuadro 9.</b>	Emisiones al aire registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010	21
<b>Cuadro 10.</b>	Principales sectores industriales por sus emisiones al aire y principales contaminantes registrados en América del Norte, 2005-2010	26
<b>Cuadro 11.</b>	Sectores industriales que registraron las mayores emisiones al aire de contaminantes comunes al NPRI, el TRI y el <i>RETC</i> , 2005-2010	27
<b>Cuadro 12a.</b>	Emisiones al aire registradas por centrales eléctricas en América del Norte: principales contaminantes por volumen, 2005 y 2010	29
<b>Cuadro 12b.</b>	Emisiones al aire registradas por el sector de generación de electricidad en América del Norte: principales contaminantes por índice PET, 2005 y 2010	29
<b>Cuadro 13.</b>	Emisiones al agua registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010	31
<b>Cuadro 14.</b>	Sectores industriales que registraron las mayores emisiones al agua y principales contaminantes registrados en América del Norte, 2005 y 2010	35
<b>Cuadro 15.</b>	Sectores industriales que registraron las mayores emisiones al agua de contaminantes comunes al NPRI, el TRI y el <i>RETC</i> , 2005	37
<b>Cuadro 16.</b>	Emisiones de sustancias carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB comunes a los RETC de América del Norte, 2010	41
<b>Cuadro 17.</b>	Emisiones registradas de contaminantes de interés especial comunes a los tres RETC, 2010	42
<b>Cuadro 18.</b>	Emisiones al suelo registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010	45
<b>Cuadro 19.</b>	Principales contaminantes emitidos al suelo, NPRI canadiense, 2005 y 2006	47
<b>Cuadro 20.</b>	Sectores industriales que registraron las mayores emisiones al suelo y principales contaminantes registrados en América del Norte, 2010	50
<b>Cuadro 21.</b>	Emisiones por inyección subterránea registradas en el NPRI canadiense y el TRI estadounidense, 2005-2010	51
<b>Cuadro 22.</b>	Sectores industriales que registraron las mayores emisiones por inyección subterránea y principales contaminantes registrados en Canadá y Estados Unidos, 2010	55
<b>Cuadro 23.</b>	Emisiones fuera de sitio para disposición registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010	56
<b>Cuadro 24.</b>	Sectores industriales que registraron las mayores emisiones para disposición final, y principales contaminantes registrados en América del Norte, 2010	60
<b>Cuadro 25.</b>	Transferencias para reciclaje y otras transferencias registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010	61
<b>Cuadro 26.</b>	Principales contaminantes registrados como transferencias para reciclaje y otras transferencias en América del Norte, 2005-2010	62
<b>Cuadro 27.</b>	Principales contaminantes registrados transferidos de establecimientos estadounidenses a México, 2010	67
<b>Cuadro 28.</b>	Fábricas de celulosa, papel y cartón que presentaron informes a los RETC de América del Norte, 2005 y 2010	79
<b>Cuadro 29a.</b>	Principales contaminantes emitidos al aire y el agua por fábricas de celulosa, papel y cartón en América del Norte, 2005 y 2010	87
<b>Cuadro 29b.</b>	Principales contaminantes emitidos al aire y el agua por fábricas de celulosa, papel y cartón en América del Norte, 2005 y 2010	87
<b>Cuadro 30.</b>	Plantas del sector de fabricación de celulosa, papel y cartón con los registros de volúmenes más elevados de emisiones al aire, 2005 y 2010	89
<b>Cuadro 31.</b>	Plantas del sector de fabricación de celulosa, papel y cartón con los registros de volúmenes más elevados de emisiones al agua, 2005 y 2010	91
<b>Cuadro 32.</b>	Fábricas de celulosa, papel y cartón: emisiones al aire de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, comunes a los tres sistemas RETC, 2005 y 2010	94
<b>Cuadro 33.</b>	Fábricas de celulosa, papel y cartón: emisiones al agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, comunes a los tres sistemas RETC, 2005 y 2010	95
<b>Cuadro 34.</b>	Razones que dieron lugar a cambios en el registro de emisiones al aire y el agua en el NPRI canadiense y el TRI estadounidense, 2005-2010	98
<b>Cuadro A-1.</b>	Características de los tres RETC de América del Norte	99
<b>Cuadro A-2.</b>	Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte	106
<b>Cuadro A-3.</b>	Principales contaminantes emitidos o transferidos por plantas de América del Norte, 2005 y 2010	111
<b>Cuadro A-4.</b>	Sectores que registraron los mayores volúmenes en los RETC de América del Norte, 2005-2010	112



En el marco de la conmemoración del vigésimo aniversario del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), nos complace enormemente presentar una edición especial del informe *En balance*, serie emblemática de informes sobre emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte que la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) publica desde 1994, y cuya elaboración refleja los crecientes lazos de colaboración entre Canadá, Estados Unidos y México para atender asuntos ambientales de alcance subcontinental.

Además de la enorme relevancia que este informe en particular guarda para la CCA, cabe destacar que constituye un importante hito en relación con las actividades de presentación de informes ante los programas de registro de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) de América del Norte. Desde la publicación del primer informe se han obtenido logros significativos en el marco del proyecto RETC de América del Norte de la CCA, entre los que destacan: el establecimiento de un RETC obligatorio en México; el despliegue de esfuerzos conjuntos encaminados a mejorar la calidad, integridad y acceso a la información; una mayor participación de los sectores interesados, y la adopción de calendarios comparables para la publicación de datos en los tres países. Este avance ha permitido a *En balance* presentar, por primera vez y con una cobertura de más de 500 contaminantes y alrededor de 35,000 instalaciones de más de 200 sectores industriales en toda la región, un análisis minucioso de los cambios observados a lo largo de un periodo de seis años en los registros de emisiones y transferencias industriales de contaminantes de América del Norte.

Asimismo, el informe de este año pone especial énfasis en las emisiones al aire y el agua registradas entre 2005 y 2010 por la industria de fabricación de celulosa, papel y cartón de América del Norte. Un análisis de los datos RETC pertenecientes a este importante sector industrial revela una disminución en las emisiones al aire y el agua registradas en la región. Con base en los resultados emanados de una encuesta realizada entre plantas y representantes de la industria en los tres países, *En balance* ofrece información sobre los posibles factores que han impulsado tales decrementos, así como sobre las iniciativas en favor de la sustentabilidad ambiental que se están llevando a cabo dentro de este sector.

Este número de *En balance* explora, además, las emisiones registradas de contaminantes que se consideran de interés especial por su enorme potencial para causar daños en la salud humana o el medio ambiente. Muchos de estos contaminantes son potencialmente cancerígenos y se caracterizan por su toxicidad para el desarrollo y la reproducción, entre otros efectos. Sin embargo, de los cientos de contaminantes registrados en la región, solamente un pequeño subconjunto está cubierto por los tres programas RETC nacionales. Nuestro informe contribuye a aclarar ciertas lagunas existentes en el panorama de la contaminación industrial de América del Norte, lagunas que se deben a diferencias en los requisitos de registro de los programas RETC nacionales, entre otros factores; asimismo, apunta hacia posibles campos de acción para aumentar la comparabilidad de los datos (acciones en las que actualmente se centran las iniciativas conjuntas trinacionales emprendidas al amparo del *Plan de Acción para Mejorar la Comparabilidad de los RETC de América del Norte* de la CCA). Esta labor ininterrumpida constituye un paso esencial para que entendamos mejor la contaminación industrial en América del Norte y sepamos cómo abordarla.



Como complemento importante del informe, seguimos facilitando el acceso de la ciudadanía a información de los RETC por medio del sitio web *En balance en línea* y su herramienta de búsqueda, que permite a los usuarios explorar y visualizar diferentes aspectos de los datos. *En balance en línea* contribuye a la consecución de los objetivos de la CCA respecto de ofrecer acceso óptimo a datos RETC de América del Norte y brindar el contexto necesario para permitir a los lectores una mejor interpretación de la información, lo que redundará en una mayor utilidad de los datos. Estas y otras iniciativas, como la reunión pública organizada en torno al proyecto RETC de América del Norte, buscan fomentar la participación de todos los interesados y promover un mayor diálogo y colaboración a través de las fronteras y los sectores industriales.

Por medio de *En balance*, la CCA busca aportar información que permita una toma de decisiones informada en todos los ámbitos de la sociedad; promover la mitigación de la contaminación industrial, y apoyar la integración de datos RETC en un marco global para el manejo de los contaminantes en América del Norte. *En balance* continúa siendo un elemento medular de las iniciativas de la CCA orientadas a proteger la salud humana y fortalecer la sustentabilidad ambiental en toda la región. Recibiremos con gusto cualquier sugerencia orientada a lograr que *En balance* y el proyecto RETC de América del Norte avancen en la consecución de esta meta.

**Irasema Coronado, Ph.D.**  
Directora ejecutiva

La elaboración del presente informe fue posible gracias a los esfuerzos de integrantes del Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) y, en especial, del equipo del programa Calidad del Aire y Emisiones de Contaminantes, encabezado por su gerente, Orlando Cabrera Rivera, e integrado por la coordinadora del proyecto RETC de América del Norte, Danielle Vallée; la asistente de programa, Marilou Nichols, y el especialista de la CCA en sistemas de información geográfica (SIG) y cartografía, Zakir Jafry. La ardua tarea de edición, traducción y publicación del informe en tres idiomas corrió por cuenta del personal del área de publicaciones: Douglas Kirk, Jacqueline Fortson, Johanne David y Joanne Padulo. Catherine Hallmich, coordinadora de proyecto del programa Comunidades y Ecosistemas Saludables, y Lucie Robidoux, coordinadora de proyecto del programa Manejo Adecuado de las Sustancias Químicas, participaron en la revisión de algunas partes del informe. El diseño y la formación de páginas corrieron por cuenta de Gray Fraser.

La CCA desea también agradecer las valiosas contribuciones de las siguientes personas que brindaron asesoría para la elaboración de la encuesta realizada entre plantas de fabricación de celulosa, papel y cartón de toda la región, lo que incluye el diseño y la preparación del cuestionario en sí, el aporte de información de contacto de las instalaciones participantes y el análisis de resultados: de la Universidad Estatal de Washington, el Dr. Mark Stephan, investigador asociado, y Lynn Finley; de la Universidad de Washington Occidental, Ben Kane, bajo la supervisión del Dr. Troy Abel, investigador asociado, y de México, los doctores Luisa Manzanares Papayanopoulos y Arturo Keer Rendón. Vaya además el agradecimiento de la CCA a los representantes de las plantas industriales de América del Norte participantes, que generosamente dedicaron tiempo a responder nuestro cuestionario.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a los siguientes especialistas por la valiosa aportación brindada a lo largo de la elaboración del presente informe: Bob Larocque, director de Medio Ambiente de la Asociación de Productos Forestales de Canadá (*Forest Products Association of Canada*, FPAC); Pedro Silva Rodríguez, director de la Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel, México; Michelle Turner, directora de Generación y Medio Ambiente de la Asociación Canadiense de Energía (*Canadian Energy Association*, CEA); Luis Carlos Hernández Ayala, director de operaciones de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y Archie Beaton, director ejecutivo de la Asociación de Productos sin Cloro (*Chlorine Free Products Association*, CFPA). Un agradecimiento especial a Kirsten Vice, vicepresidenta de operaciones en Canadá del National Council for Air and Stream Improvement, Inc. (NCASI), por la minuciosa revisión que hizo del informe y sus sugerencias.

Asimismo, la CCA agradece a los siguientes funcionarios de los programas RETC nacionales por la asesoría, comentarios y observaciones brindadas en relación con el informe: del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes (*National Pollutant Release Inventory*, NPRI) de Canadá, Karen Mailhiot y Jody Rosenberger; del Inventario de Emisiones Tóxicas (*Toxics Release Inventory*, TRI) de Estados Unidos, Steve DeVito, y del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (*RETC*) de México, Maricruz Rodríguez Gallegos y Floreida Paz Benito.

Por último, agradecemos el invaluable apoyo de Pangaea Information Technologies, Ltd., al igual que el del personal del área de tecnología de la información de la CCA, quienes desempeñaron un papel fundamental en la creación del sitio web *En balance en línea*, <[www.cec.org/enbalance/](http://www.cec.org/enbalance/)>. Con su motor de búsqueda, esta base de datos integrada de los RETC de América del Norte brinda acceso a información valiosa que permite a gobiernos, personas, organizaciones no gubernamentales y comunidades proceder de manera informada a fin de proteger el medio ambiente que compartimos. Además de su contribución general al derecho a la información, el acceso mejorado a la base de datos de *En balance en línea* facilitó enormemente la realización de los análisis requeridos para preparar el presente informe.

## Siglas, abreviaturas y acrónimos

<b>ATSDR</b>	Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades de Estados Unidos ( <i>US Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i> )
<b>CAC</b>	contaminante atmosférico de criterio
<b>CAS</b>	Servicio de Información sobre Productos Químicos ( <i>Chemical Abstracts Service</i> )
<b>CCA</b>	Comisión para la Cooperación Ambiental
<b>CEA</b>	Asociación Canadiense de Energía ( <i>Canadian Energy Association</i> )
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad, México
<b>CIIC</b>	Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, de la Organización Mundial de la Salud (OMS)
<b>DBO</b>	demanda bioquímica de oxígeno, también denominada ‘demanda biológica de oxígeno’
<b>EC</b>	Ministerio de Medio Ambiente de Canadá ( <i>Environment Canada</i> )
<b>EPA</b>	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos ( <i>US Environmental Protection Agency</i> )
<b>FPAC</b>	Asociación de Productos Forestales de Canadá ( <i>Forest Products Association of Canada</i> )
<b>GEI</b>	gases de efecto invernadero
<b>HOA</b>	Halógenos orgánicos absorbibles
<b>INEM</b>	Inventario Nacional de Emisiones de México
<b>kg</b>	kilogramo
<b>NCASI</b>	Consejo Nacional para el Mejoramiento del Aire y los Cursos de Agua ( <i>National Council for Air and Stream Improvement, Inc.</i> )
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>NPRI</b>	Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes ( <i>National Pollutant Release Inventory</i> ): RETC de Canadá
<b>ONG</b>	organización no gubernamental
<b>PET</b>	potencial de equivalencia tóxica
<b>Prop 65</b>	Lista de la Propuesta 65 ( <i>Proposition 65</i> ) de la Oficina de Evaluación de Riesgo de Salud Ambiental ( <i>Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHHA</i> ) de California
<b>PTPP</b>	plantas de tratamiento (de agua y aguas residuales) de propiedad pública (en Estados Unidos denominadas: <i>publicly owned treatment works, POTW</i> )
<b>RETC</b>	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de México
<b>RETC</b>	registro(s) de emisiones y transferencias de contaminantes (de América del Norte)
<b>SCIAN</b>	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
<b>Semarnat</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México
<b>STPB</b>	sustancia tóxica persistente y bioacumulable
<b>TRI</b>	Inventario de Emisiones Tóxicas ( <i>Toxics Release Inventory</i> ): RETC de Estados Unidos
<b>TRS</b>	azufre reducido total (del inglés: <i>total reduced sulfur</i> ); categoría de registro en el NPRI

Este número de la serie *En balance* presenta un análisis de los datos de las emisiones y transferencias de contaminantes registradas en el periodo comprendido entre 2005 y 2010 por plantas industriales de Canadá, Estados Unidos y México, como parte de los programas nacionales de registro de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) de los tres países: 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. El informe aporta detalles sobre contaminantes específicos y la forma en que se manejaron, al igual que información sobre los sectores y plantas industriales que los registraron a través de América del Norte, con particular énfasis en las emisiones al aire y el agua, sobre todo de aquellas sustancias consideradas de interés especial por su enorme potencial para causar daños a la salud humana o el medio ambiente.

Este informe incluye, además, un análisis focalizado en las emisiones al aire y el agua registradas por las plantas dedicadas a la fabricación de celulosa, papel y cartón en América del Norte. Entre 2005 y 2010, esta industria se colocó sistemáticamente entre los principales emisores de la región, aunque los datos RETC muestran decrementos graduales en sus emisiones al aire y el agua. El análisis de estos datos e información relacionada, junto con los resultados obtenidos de un breve cuestionario distribuido entre fábricas de celulosa y papel, además de los comentarios y sugerencias recibidos de las cámaras o asociaciones industriales representantes de este sector en América del Norte, permiten examinar los factores que pudieron dar lugar a tales disminuciones, además de brindarnos una percepción más clara de las iniciativas a favor de la sustentabilidad ambiental emprendidas por la industria de la pulpa y el papel.

Aparte de buscar ampliar los conocimientos sobre las fuentes, ubicación y clases de contaminantes emitidos y transferidos en toda América del Norte, *En balance* promueve una mayor comparabilidad de los datos RETC entre los tres países, junto con un diálogo y una colaboración más amplios a través de las fronteras y los diferentes sectores industriales en la región. Mediante estas acciones, el informe contribuye a lograr las metas de la CCA en términos de aportar información para la toma de decisiones en todos los ámbitos de la sociedad, impulsar la mitigación de la contaminación industrial y apoyar la integración de los datos RETC en un marco global para el manejo de los contaminantes en América del Norte.





En la presente edición de *En balance* se analizan los datos sobre emisiones y transferencias de contaminantes registrados por plantas industriales de América del Norte entre 2005 y 2010 en sus respectivos registros de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC):

- 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.

*En balance 14* muestra que, a lo largo de este periodo de seis años, las emisiones y transferencias de contaminantes registradas aumentaron 14% (de más de 4,830 millones a más de 5,530 millones de kilogramos). Las emisiones al suelo se incrementaron 108%, mientras que las emisiones fuera de sitio para disposición aumentaron 42 por ciento. Los sectores responsables de estos aumentos fueron principalmente la minería de minerales metálicos y la industria de extracción de petróleo y gas, en buena medida como resultado de los cambios en los requisitos de registro del NPRI canadiense. En este mismo periodo, las emisiones al aire registradas disminuyeron 36%, básicamente a raíz de las reducciones del sector de generación eléctrica de Estados Unidos. Aunque los cambios a la reglamentación ambiental aplicable a las plantas generadoras de electricidad a base de combustibles fósiles fueron una de las principales causas de tal disminución, también influyeron otros factores, como los cambios observados en materia de combustibles y tecnologías, y el cierre de plantas industriales. Entre 2005 y 2010 hubo también una disminución en otros tipos de emisiones y transferencias registradas.

Cabe destacar que aún se observan importantes diferencias entre los tres países en términos de emisiones y transferencias totales registradas, así como en el número de plantas que presentan informes y de contaminantes incluidos en los registros, y en la dirección de los cambios a lo largo de un periodo. Por ejemplo: un análisis de las emisiones al aire y el agua de sustancias de interés especial —entre otras: carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB) y determinados metales— revela que en 2010 se registraron emisiones al aire de aproximadamente 74.4 millones de kilogramos de estos contaminantes y descargas en el agua por más de 7.34 millones de kilogramos (lo que se traduce en decrementos de 38 y 5 por ciento, respectivamente, en comparación con los niveles de 2005). No obstante, de los cientos de contaminantes registrados, únicamente un pequeño número es común a los tres programas RETC nacionales. Este informe ilustra las lagunas en el panorama de la contaminación industrial en América del Norte debidas no sólo a las diferencias entre los RETC de los tres países en los requisitos en cuanto a contaminantes y sectores sujetos a registro, sino también a la presentación de informes incompletos y a otros factores.

El presente informe, además, pone atención especial en las emisiones al aire y el agua registradas por la industria de fabricación de celulosa, papel y cartón de América del Norte. Entre 2005 y 2010, esta industria se colocó sistemáticamente entre los sectores con registro de volúmenes más elevados en la región. El análisis de los datos RETC, junto con un cuestionario aplicado a fábricas de celulosa y papel, y los comentarios y sugerencias recibidos de las cámaras o asociaciones industriales representantes, permite explorar los factores que pudieron influir en las reducciones registradas por este sector en las emisiones al aire y el agua (de 19 y 6 por ciento, respectivamente).

Los resultados del análisis revelan que el total de plantas productoras de celulosa, papel y cartón que presentaron informes a los RETC disminuyó en Canadá y Estados Unidos (los países que dan cuenta de la mayor parte de los volúmenes registrados por este sector industrial), debido sobre todo al cierre de operaciones manufactureras. Asimismo, ilustran cómo las diferencias en los requisitos de registro entre los programas RETC de los tres países repercutieron en las cantidades y clases de contaminantes registrados: por ejemplo, contaminantes típicos de esta industria, como el metanol, se registraron en grandes cantidades únicamente en uno o dos de los tres países. Estas brechas resultaron particularmente evidentes en México, donde las fábricas de celulosa, papel y cartón informaron sobre cantidades relativamente pequeñas en relación con las emisiones totales al aire y el agua.

Las respuestas recibidas a la encuesta que realizó la CCA a plantas de celulosa y papel de América del Norte revelan que los cambios instrumentados por estos establecimientos entre 2005 y 2010 responden a múltiples factores, entre los que destacan modificaciones a las normativas gubernamentales y prácticas en materia de gestión ambiental, así como consideraciones económicas, correcciones en los cálculos de datos RETC y disminuciones en la producción. El cuestionario también brinda información sobre la manera en que las plantas de este sector utilizan sus datos RETC; por ejemplo, con miras a cumplir con los requisitos de sus autorizaciones ambientales de operación, o bien en comunicados externos dirigidos al público. Varias plantas de celulosa y papel hicieron notar, además, que la demanda de insumos no tóxicos por parte de su clientela influyó en las decisiones sobre manejo ambiental de las instalaciones; esto sugiere que los datos RETC tienen repercusiones que van más allá del cumplimiento de los requisitos de presentación de informes y que constituyen una herramienta de gran utilidad no sólo para las plantas industriales mismas, sino también para actores e interesados externos.

Con base en estos análisis, el informe *En balance* busca mejorar nuestra comprensión sobre las fuentes, ubicación y clases de contaminantes industriales emitidos y transferidos en toda la región. Al poner de relieve importantes lagunas existentes en el panorama de la contaminación industrial de América del Norte, el informe señala posibles áreas de acción para aumentar la comparabilidad entre los datos de los tres programas RETC, así como para propiciar mayores diálogo y colaboración transfronterizos y transectoriales. De esta forma, *En balance* contribuye a lograr las metas de la CCA en lo que respecta a aportar información que nutra la toma de decisiones en todos los ámbitos de la sociedad, impulsar la mitigación de la contaminación industrial y apoyar la integración de los datos RETC en un marco global para el manejo de los contaminantes en América del Norte.

*En balance 14* examina los cambios observados entre 2005 y 2010 en las emisiones y transferencias de contaminantes registradas por plantas industriales en los tres programas de registro de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) de América del Norte.<sup>1</sup> Asimismo, brinda detalles de registro por contaminante, categoría de emisión y transferencia, y ubicación. La edición de este año pone énfasis adicional en las emisiones al aire y el agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, ciertos metales y sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB). Algunos de los contaminantes pertenecientes a estas cuatro categorías se consideran de interés especial por su persistencia en el medio ambiente y enorme potencial para causar daños a la salud humana o el medio ambiente, aun cuando se emitan en cantidades relativamente bajas.

El presente informe, además, presta atención especial a las emisiones al aire y el agua registradas por plantas dedicadas a la fabricación de celulosa, papel y cartón de América del Norte. Entre 2005 y 2010, esta industria se colocó sistemáticamente entre los sectores de la región con mayores volúmenes registrados, aun cuando los datos RETC muestran decrementos graduales en sus emisiones al aire y el agua. Este análisis especial tiene como objetivo principal identificar los factores que impulsaron tales disminuciones. Así, el capítulo 3 aporta información sobre los procesos de fabricación de celulosa y papel y los contaminantes generalmente asociados a ellos; tecnologías para la prevención y el control de la contaminación en el sector, y los cambios en la reglamentación ambiental aplicable. Asimismo, junto con los resultados del cuestionario aplicado a plantas de fabricación de celulosa y papel, se presentan comentarios y sugerencias de las cámaras o asociaciones industriales representantes, que dan un contexto sumamente útil sobre los retos económicos, técnicos y ambientales que enfrenta la industria de la pulpa y el papel en América del Norte.

Con base en los análisis realizados, *En balance* contribuye a explicar algunas de las interrogantes respecto de la contaminación industrial en América del Norte; por ejemplo:

- ¿Cómo han cambiado las emisiones y transferencias de contaminantes a lo largo del tiempo y en toda la región?

1. Dado que las plantas industriales pueden someter sus datos a revisión en cualquier momento y aportar cifras actualizadas, es posible que los datos presentados en el informe *En balance* difieran de los conjuntos de datos nacionales. Para fines del presente informe, se utilizaron los conjuntos de datos del NPRI canadiense y el TRI estadounidense de marzo de 2012, así como el correspondiente al RETC mexicano de octubre de 2012. Los cambios posteriores realizados a los datos pueden consultarse en los sitios web de los RETC nacionales.

- ¿Qué efectos en la salud humana y el medio ambiente pueden tener estos contaminantes industriales y, en especial, ciertas sustancias liberadas al medio ambiente?
- ¿Qué factores impulsaron los cambios registrados?
- ¿Qué podemos aprender sobre las iniciativas emprendidas por la industria a favor de la sustentabilidad ambiental?
- El informe *En balance* tiene como objetivo ampliar la comprensión respecto de las fuentes, ubicación y clases de contaminantes industriales emitidos y transferidos en América del Norte, con miras a impulsar una reducción en las emisiones que significan mayores riesgos para la salud humana y el medio ambiente. El informe se basa esencialmente en los datos recabados por los tres sistemas de registro de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) de América del Norte, y que están a disposición de la ciudadanía: Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes (*National Pollutant Release Inventory*, NPRI) de Canadá
- Inventario de Emisiones Tóxicas (*Toxics Release Inventory*, TRI) de Estados Unidos
- Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de México

Comparar emisiones y transferencias de contaminantes provenientes de plantas industriales de América del Norte plantea desafíos debido a las diferencias entre los programas RETC de cada país en los requisitos de registro para contaminantes, sectores y establecimientos; variaciones en las metodologías utilizadas para el cálculo de las emisiones, y otras cuestiones relacionadas con la calidad e integridad de los datos. Con todo, *En balance* demuestra lo útil que resultan los datos RETC para conocer mejor la contaminación industrial en América del Norte y sus posibles efectos en la salud humana y el medio ambiente. El análisis de las emisiones de contaminantes específicos sirve, además, para respaldar el establecimiento de datos de referencia por sector y la realización de actividades relacionadas con la prevención y mitigación de la contaminación.

Esta publicación contribuye a la consecución de la meta de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) de

brindar información para la toma de decisiones en todas las esferas de la sociedad. En concreto, *En balance* tiene como objetivos:

- proporcionar un panorama de las emisiones y transferencias industriales de contaminantes en América del Norte y servir de fuente de información a los gobiernos, la industria y las comunidades mediante el análisis de estos datos, así como identificar oportunidades de reducción de la contaminación;
- impulsar la comparabilidad de los datos RETC de los tres países;
- despertar conciencia en torno de los importantes aspectos de salud y medio ambiente asociados con las emisiones industriales de sustancias tóxicas en América del Norte;
- fortalecer el diálogo y la colaboración a través de las fronteras y sectores industriales, y
- apoyar la integración de los datos RETC en un marco global para el manejo de los contaminantes en América del Norte.

Es importante recordar que los datos RETC de América del Norte representan apenas una parte del panorama de la contaminación y no cubren otras fuentes de contaminación, como vehículos automotores, prácticas agrícolas y otras actividades humanas (véase el apéndice 1). Al examinar los datos RETC, los lectores deberán tener en cuenta que los riesgos para la salud humana y el medio ambiente asociados a los contaminantes registrados por las plantas industriales dependerán de una diversidad de factores, entre otros: las características físicas y químicas de un contaminante o la naturaleza de su emisión. Los datos RETC de América del Norte son limitados en cuanto a que no aportan información sobre *el destino o los riesgos para el medio ambiente* de los contaminantes emitidos o transferidos, como tampoco sobre los *niveles de exposición* del ser humano o poblaciones ecológicas a los mismos. De igual manera, las cantidades informadas a un RETC se basan normalmente en estimaciones, a menudo obtenidas por distintos métodos, como balance de masa, cálculos técnicos y factores de emisión. Cada uno de estos métodos da como resultado niveles de precisión distintos.

---

## ¿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 liberados por una planta industrial al aire, el agua y el suelo, e inyectados a pozos subterráneos, así como transferidos 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 de 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 a efecto de dar a conocer su desempeño ambiental e identificar oportunidades para reducir y prevenir la contaminación; los gobiernos, con el propósito de orientar sus prioridades programáticas y evaluar los resultados, y las comunidades, organizaciones no gubernamentales y ciudadanía en general, para mejorar su comprensión de las fuentes y el manejo de los contaminantes, así como también a manera de apoyo para entablar un diálogo con los sectores industriales y los gobiernos.

Los RETC recopilan datos sobre contaminantes individuales, y no sobre el volumen global de desechos conformados por mezclas de sustancias, por lo que permiten dar seguimiento a los datos sobre las emisiones y transferencias de las sustancias químicas de manera individual. Los informes por planta o establecimiento industrial son esenciales para ubicar la fuente de las emisiones y quién o qué las genera. Buena parte de la fuerza de los RETC radica en la divulgación o difusión pública de los datos —tanto completos como en síntesis— entre una amplia gama de usuarios. La disponibilidad pública de los datos organizados específicamente por contaminante y por planta permite a personas y grupos interesados identificar las fuentes industriales locales de las emisiones, además de facilitar análisis regionales y de otra índole geográfica.

---

Los datos RETC por sí mismos no aportan información suficiente que permita evaluar el daño potencial de un contaminante; sin embargo, en combinación con otra información relativa a cierto contaminante, sirven como punto de partida para conocer más a fondo sus posibles repercusiones. A fin de obtener más información, se sugiere los lectores consultar otras fuentes, entre las que figuran:

- *ToxFAQs*, US Agency for Toxic Substances and Disease Registry [“Preguntas frecuentes sobre sustancias peligrosas”, de la Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades]:
- <[www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp](http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp)>, y
- *Right-to-Know Hazardous Substances Fact Sheets*, State of New Jersey, Department of Health [“Hojas informativas sobre sustancias peligrosas, por el derecho a la información”, del Departamento

de Salud del estado de Nueva Jersey]:  
<<http://web.doh.state.nj.us/rtkhsfs/indexFs.aspx>>  
o <<http://web.doh.state.nj.us/rtkhsfs/spindexfs.aspx?lan=spanish>>.

Debido a la gran cantidad de datos disponibles, se invita a los lectores a visitar *En balance en línea*, base de datos integrada de los RETC de América del Norte, en: <[www.ccc.org/enbalance](http://www.ccc.org/enbalance)>, para realizar búsquedas por establecimiento, sector industrial, contaminante o país. Ahí se pueden examinar los datos de las tres naciones correspondientes al periodo comprendido entre 2005 y 2011, así como datos sobre transferencia de contaminantes a través de las fronteras a partir del año de registro de 2006. Los datos también se pueden descargar para su utilización en hojas de cálculo o en ciertas aplicaciones cartográficas. A continuación se presenta una guía para realizar búsquedas.







## Cómo usar *En balance en línea*

Además de los análisis que figuran en el presente informe, el lector puede usar la base de datos integrada de América del Norte en la página de *En balance en línea*, <[www.cec.org/enbalance](http://www.cec.org/enbalance)>, para responder a sus preguntas sobre las emisiones y transferencias de contaminantes por año, establecimiento, ubicación, contaminante o sector industrial. Por ejemplo:

### ¿Desea conocer la cantidad total de las emisiones y transferencias registradas por país?

**Paso 1:** En 'Tipo de informe', elija 'Informe por país'.

**Paso 2:** En 'Año', elija uno o más años.

**Paso 3:** En 'País', elija uno o más países.

**Paso 4:** Haga clic en 'Enviar'.

*Nota:* En esta página usted tiene también la opción de personalizar su búsqueda mediante la selección de contaminantes o categorías de contaminantes, sectores industriales específicos y tipos de emisiones y transferencias.

Una vez en la página de resultados de la búsqueda, haga clic en el país de su interés para obtener un desglose de las emisiones y transferencias totales por establecimiento, estado/provincia/territorio, sector industrial y contaminante. Se tienen las siguientes opciones:

- Elegir el tipo de emisión o transferencia de su interés (la selección por omisión es 'Emisiones y transferencias totales').
- Desglosar los resultados de su búsqueda por contaminante o sector industrial.
- Clasificar los datos en orden decreciente, según los volúmenes registrados.
- Ver la ubicación de los establecimientos en el mapa desplegado.
- Descargar los datos de esta página en una hoja de cálculo de Excel o bien como un archivo kml o kmz para su despliegue en *Google Earth*.

### ¿Desea saber qué contaminantes se emitieron al aire, el agua, el suelo y en qué cantidades?

**Paso 1:** En 'Tipo de informe', elija 'Informe por contaminante'.

**Paso 2:** En 'Año', seleccione uno o más años.

**Paso 3:** En 'País', elija uno o más países (y uno o más estados, provincias o territorios, si lo desea).

**Paso 4:** Haga clic en 'Enviar'.

*Nota:* En esta página usted también tiene la opción de elegir una categoría o clase de contaminante (por ejemplo, 'Carcinógeno conocido o presunto') o sólo aquellos contaminantes comunes a los países seleccionados. Puede también elegir un sector industrial específico, así como el tipo de emisiones y transferencias.

Una vez en la página de resultados de la búsqueda, usted tiene las siguientes opciones:

- Hacer clic en la opción correspondiente al medio (por ejemplo: aire) para ver todos los contaminantes emitidos a ese medio.
- Para las emisiones al aire o el agua únicamente, también puede marcar el cuadro 'PET' y obtener valores ponderados en función de los riesgos de efectos cancerígenos o no cancerígenos.
- Listar los datos en orden decreciente, según los volúmenes registrados o las calificaciones PET asignadas.
- Hacer clic en el nombre de un contaminante para obtener un desglose de las emisiones al medio seleccionado registradas por establecimiento, estado/provincia/territorio y sector industrial.
- Ver la ubicación de los establecimientos en el mapa desplegado.
- Descargar los datos de esta página en una hoja de cálculo de Excel o bien como un archivo kml o kmz para su despliegue en *Google Earth*.

### Otras búsquedas de interés:

- Haga una búsqueda por establecimiento para uno o más países, luego exporte los resultados de la búsqueda como un archivo kml o kmz para su despliegue en un mapa de *Google Earth*.
- Use el campo 'Gráficos de resumen', en el menú de la columna derecha, y obtenga una síntesis de los volúmenes registrados en uno o más países por contaminantes o sectores principales.
- Use el campo 'Transferencias transfronterizas', en el menú de la columna derecha, para ver detalles de las transferencias de contaminantes entre los tres países.

## Panorama general de las emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte, 2005-2010

### 1.1 Principales hallazgos

- Entre 2005 y 2010, las emisiones y transferencias de contaminantes registradas por plantas industriales de América del Norte aumentaron 14% (pasaron de más de 4,830 millones a más de 5,530 millones de kilogramos [kg]).
- En este mismo periodo, las emisiones al suelo y fuera de sitio para disposición registradas se incrementaron 108 y 42 por ciento, respectivamente. Las emisiones al suelo dieron cuenta de más de 32% del total de emisiones y transferencias en 2010, en tanto que casi 17% correspondió a la disposición fuera de sitio. Dos sectores básicamente fueron los que dieron lugar a estos incrementos: la minería de minerales metálicos y la extracción de petróleo y gas. Los cambios a los requisitos para la presentación de informes en el NPRI durante este periodo de seis años se tradujeron en un aumento en el registro por parte de estos sectores en Canadá, e ilustran el impacto de una más completa cuantificación de las emisiones al interior de la industria.
- Entre 2005 y 2010, las emisiones atmosféricas registradas disminuyeron 36%, reducción originada principalmente en el sector de generación eléctrica de Estados Unidos. Este decremento responde básicamente a los cambios en la normativa aplicable a las plantas generadoras de electricidad a base de combustibles fósiles, aunque también influyeron otros factores, como los cambios observados en materia de combustibles y tecnologías, y el cierre de plantas industriales. En este mismo periodo se registraron disminuciones en las emisiones y transferencias de otra índole, entre las que destacan emisiones al agua y por inyección subterránea, junto con transferencias para reciclaje y otro tipo de tratamiento.
- En este periodo, además, se registraron diferencias considerables entre los tres países en términos de las cantidades registradas y la dirección de los cambios, debidas en parte a disimilitudes fundamentales en los requisitos de registro para contaminantes y sectores entre los programas RETC nacionales. Los datos revelan que un pequeño número de plantas industriales desempeñó un papel determinante en algunos de los incrementos y decrementos registrados entre 2005 y 2010.
- Los cambios aparentes en las emisiones registradas por algunas plantas del sector de extracción de petróleo y gas en Canadá son el resultado de reasignaciones en los códigos de clasificación industriales y, probablemente, del conteo por duplicado de dos sustancias relacionadas: azufre reducido total y ácido sulfhídrico.
- En 2010, las emisiones y transferencias registradas de cuatro categorías de contaminantes —carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB)— dieron cuenta de poco más de 3,000 millones de kg (o más de 55%) de todos los contaminantes registrados. Cerca de 74.4 millones de kg se emitieron al aire (reducción de casi 38% respecto al nivel registrado en 2005), y más de 7.34 millones de kg se descargaron en el agua (decremento de casi 5% en comparación con lo registrado en 2005). De los 275 contaminantes comprendidos en estas categorías que se liberaron al aire y el agua a lo largo del periodo en cuestión, sólo 42 sustancias son comunes a los tres RETC.
- Entre los sectores que informaron a los RETC de América del Norte entre 2005 y 2010, la industria de fabricación de celulosa, papel y cartón sistemáticamente se clasificó en segundo lugar en términos de emisiones al aire y en tercero por sus emisiones al agua. Las plantas de este sector registraron emisiones al aire por más de 92.6 millones de kg en 2005 y cerca de 75 millones de kg en 2010 (disminución de 19%). También informaron de emisiones al agua por cerca de 16.6 millones de kg en 2005 y casi 15.7 millones de kg en 2010, lo que significó una reducción de 6% en el periodo.
- De entre las más de 500 fábricas de papel activas en América del Norte, entre 352 y 429 presentaron informes anuales a los RETC de América del Norte de 2005 a 2010. El sector registró los mayores volúmenes en Canadá y Estados Unidos, donde el número total de plantas que presentaron registro disminuyó, en gran parte debido al cierre de algunas operaciones manufactureras. Este decremento

## Comparación de los datos RETC de Canadá, Estados Unidos y México

*En balance* presenta los datos RETC de Canadá, Estados Unidos y México, con lo que proporciona el panorama más completo de las emisiones y transferencias industriales de contaminantes en América del Norte del que se dispone actualmente. Este panorama abarca datos que pueden haberse informado de forma distinta en cada país debido a las variaciones en los requisitos de registro y a los diferentes métodos empleados por las plantas para calcular sus emisiones. En el apéndice 1 (cuadro A-1) se describen las características propias de cada programa RETC nacional y esta información permite dar el contexto necesario para una mejor comprensión de las emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte.

constituyó un factor determinante en la reducción de las emisiones al aire y el agua registrada en este periodo. En México, en cambio, aumentó el número de plantas que presentaron informes.

- Las diferencias entre los programas RETC nacionales en los requisitos en cuanto a contaminantes y sectores sujetos a registro han repercutido —junto con la presentación de informes incompletos— en las cantidades y clases de contaminantes registrados. Por ejemplo, algunos de los contaminantes emitidos al aire y el agua típicos de este sector, como el metanol, en muchos casos se registraron sólo en un país. Estas brechas resultaron particularmente evidentes en México, donde las plantas de papel informaron sobre cantidades muy pequeñas en relación con las emisiones totales al aire y el agua.
- La mayoría de los representantes de las plantas que respondieron a la encuesta de la CCA mencionaron que los cambios instrumentados en sus establecimientos entre 2005 y 2010 responden a múltiples factores, entre los que destacan modificaciones a las normativas gubernamentales y prácticas de manejo ambiental, así como consideraciones económicas, correcciones o cambios en los cálculos de datos RETC y disminuciones en la producción. El cuestionario también reveló que las fábricas de papel utilizan

sus datos RETC para obtener información interna sobre su desempeño ambiental, así como para cumplir con los requisitos de sus autorizaciones ambientales de operación.

- Varias fábricas de celulosa, papel y cartón indicaron que los datos RETC se utilizan en comunicados externos dirigidos al público. Asimismo, de acuerdo con algunos comentarios, la demanda de insumos no tóxicos por parte del consumidor desempeña un papel importante en sus decisiones de manejo ambiental, por ejemplo, la selección de las sustancias químicas que se emplean en sus instalaciones. Esto sugiere que los datos RETC tienen mayores repercusiones y que constituyen una herramienta de gran utilidad no sólo para las plantas industriales mismas, sino también para actores e interesados externos.

### 1.2 Emisiones y transferencias de contaminantes registradas por las plantas industriales de América del Norte, 2005-2010

En 2010, los establecimientos que presentaron informes ante los registros de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) de Canadá, Estados Unidos y México informaron de un total de 5,530,710,253 kg de contaminantes emitidos y transferidos, lo que significa un incremento de casi 700 millones de kg (o 14%) en comparación con los niveles de 2005.<sup>2</sup>

El siguiente mapa muestra la ubicación de las 28,456 plantas industriales que en 2010 presentaron informes a los RETC de América del Norte de emisiones y transferencias de cuando menos 0.0001 kg de contaminantes. Entre estas plantas se cuentan 5,844 establecimientos que registraron emisiones ya sea de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) en el NPRI canadiense, o bien de gases de efecto invernadero (GEI) al RETC mexicano, pero que no informaron sobre ningún otro contaminante sujeto a registro en los RETC. Debido a las diferencias significativas en el registro y la disponibilidad de datos sobre CAC y GEI entre los tres países,<sup>3</sup> estas sustancias se excluyen de *En balance*.

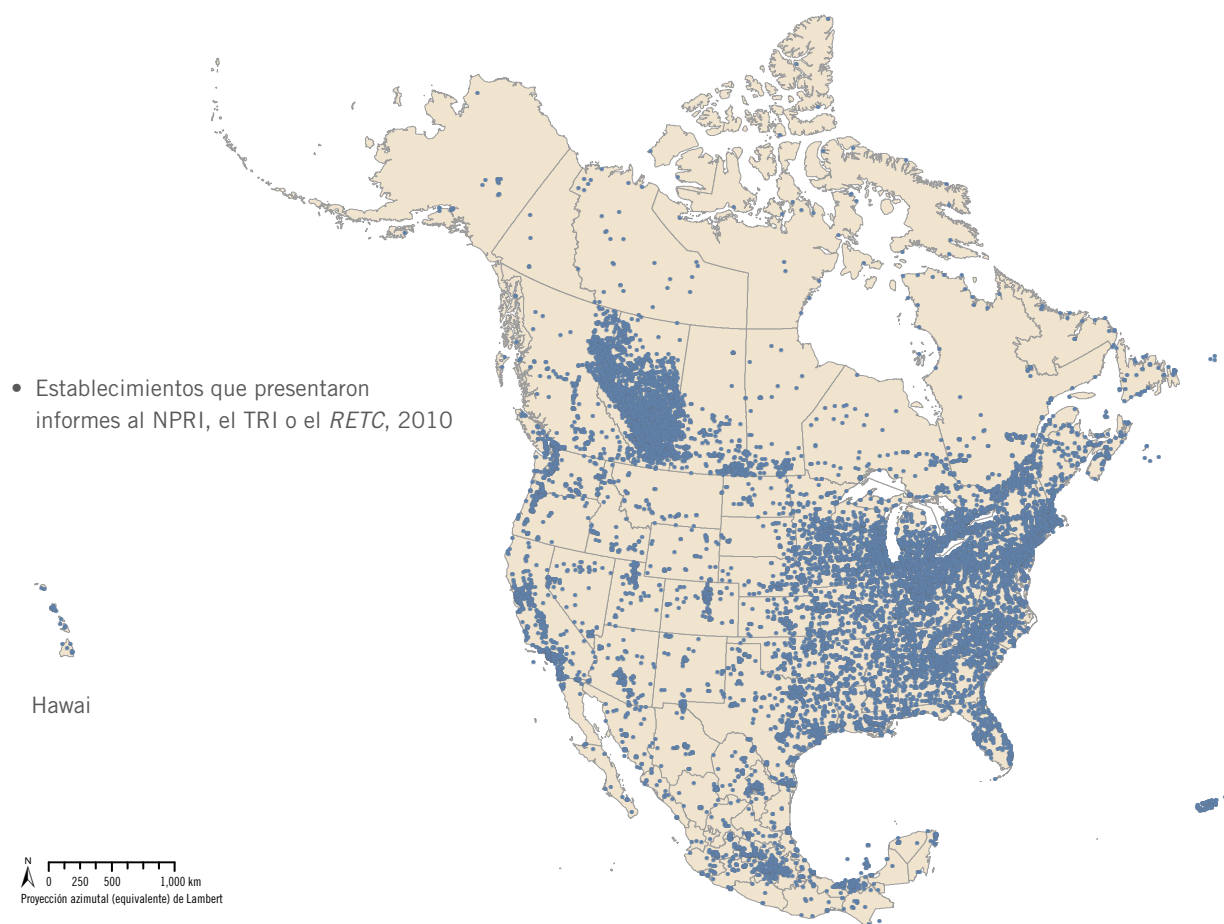
En lo que respecta a la cobertura de contaminantes, sectores y plantas industriales, las brechas generadas por las diferencias en los requisitos de registro entre los tres programas RETC nacionales son actualmente objeto de atención en el marco del *Plan de acción para fomentar la comparabilidad de los registros de emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte*<sup>4</sup> de la CCA, plan que se encuentra en proceso de actualización y cuya versión revisada se espera publicar en 2014.

2. Las cantidades que se muestran en los cuadros y gráficas del presente informe están redondeadas.

3. Consulte el apéndice 1 para obtener enlaces a información sobre el registro de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) y gases de efecto invernadero (GEI)

4. CCA (2005), *Plan de acción para fomentar la comparabilidad de los registros de emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.

Gráfica 1. Distribución de las plantas industriales incluidas en los RETC de América del Norte, 2010



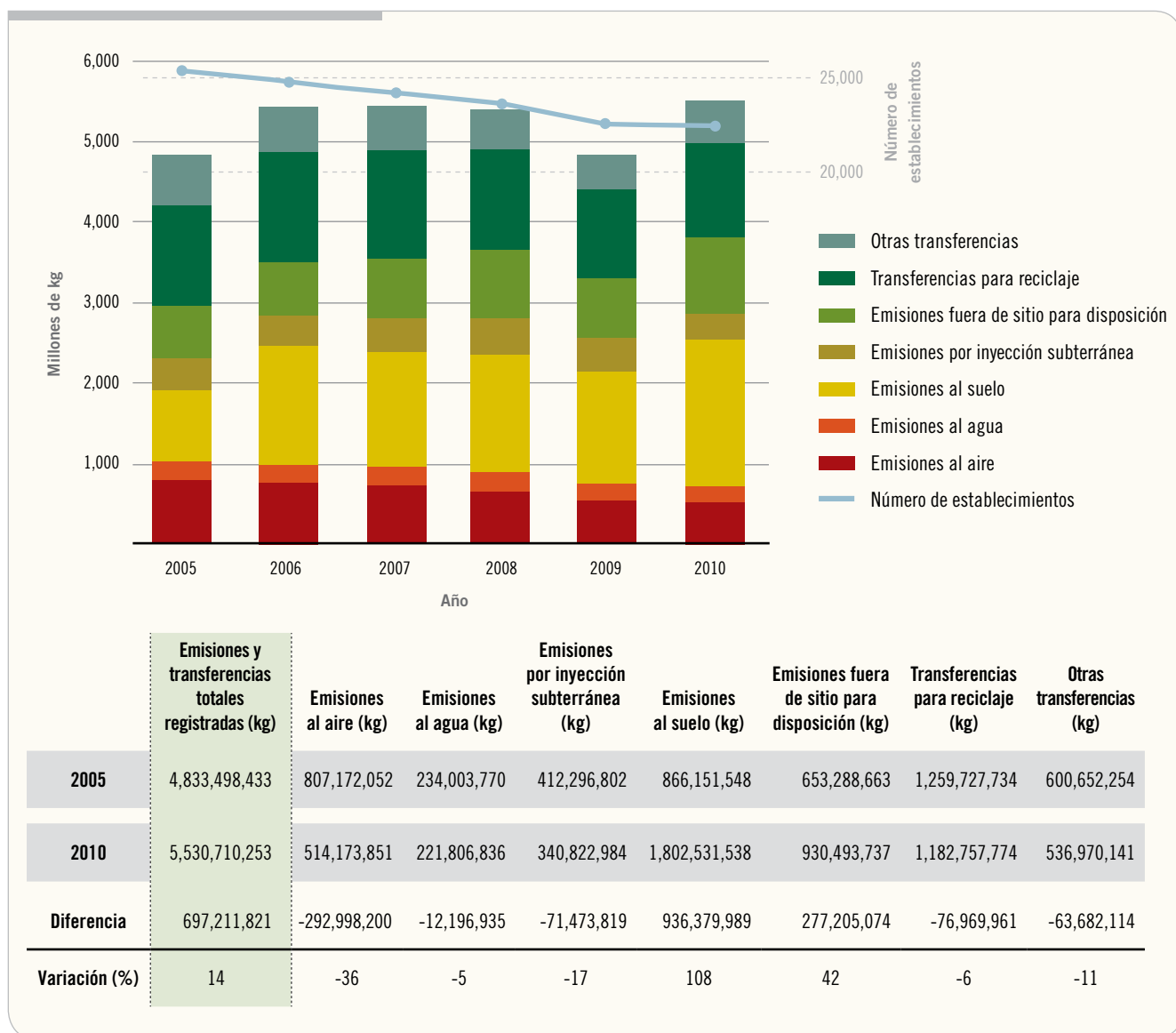
*Nota:* De todas las plantas canadienses y mexicanas que aparecen en este mapa, 5,844 registraron exclusivamente emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) o gases de efecto invernadero (GEI), dos grupos de contaminantes excluidos de los análisis de este informe dadas las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países. Estas diferencias afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Las barras de la gráfica 2 ilustran las emisiones y transferencias registradas cada año, entre 2005 y 2010, en tanto que la línea horizontal representa el número de establecimientos que presentaron registros. Las emisiones y transferencias registradas en este periodo aumentaron 14% (casi 700 millones de kg). Las emisiones en sitio (al aire, agua y suelo, e inyección subterránea) dieron cuenta en 2010 de casi 2,900 millones de kg (o 54% del total registrado), aumento de 24% respecto de los aproximadamente 2,300 millones de kg informados en 2005. Destaca el considerable aumento registrado en las emisiones al suelo (108%) y fuera de sitio para disposición (42%), junto con una disminución notable

(36%) en las emisiones atmosféricas registradas. Las emisiones al agua y por inyección subterránea, al igual que las transferencias para reciclaje y otras transferencias, también mostraron decrementos.

Ahora bien, se observan diferencias importantes entre los tres países en cuanto a las cantidades totales registradas, en cómo se manejaron los contaminantes y en los cambios en el transcurso del tiempo (véase la gráfica 3). Por ejemplo, el aumento en las emisiones al suelo registradas se debió principalmente a las plantas canadienses, en gran medida en respuesta a los cambios en los requisitos de registro del NPRI.

Gráfica 2. Emisiones y transferencias registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010



Nota: La suma de los valores de las categorías individuales de emisiones y transferencias puede resultar ligeramente diferente del total indicado debido a que en el NPRI canadiense, si las cuatro categorías de emisiones en sitio totalizan menos de una tonelada (1,000 kg), los establecimientos pueden simplemente declararlas como una cantidad agregada.



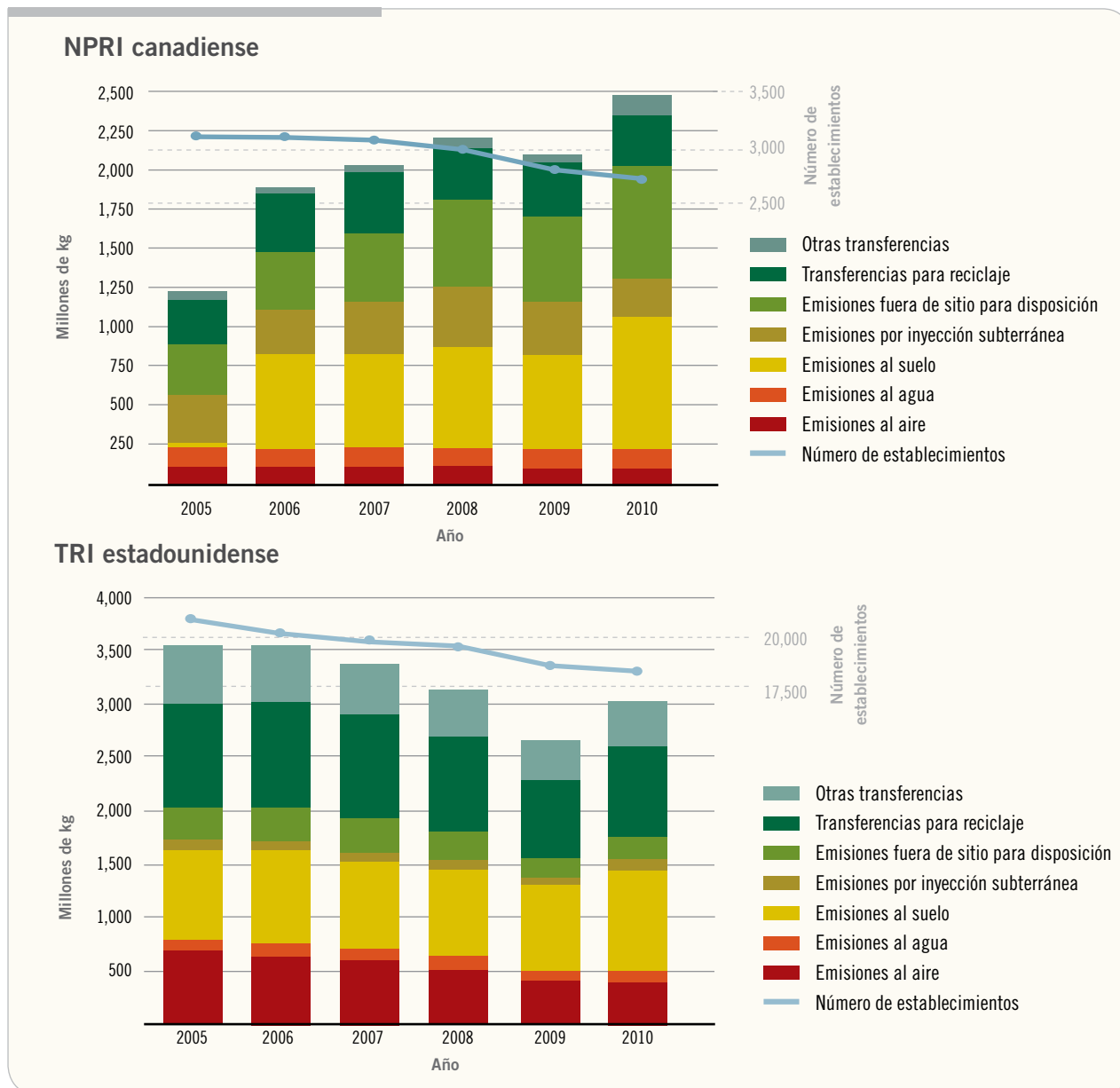
En Estados Unidos, las cantidades globales registradas disminuyeron de 2005 a 2010; sin embargo, la proporción de las emisiones y las transferencias se mantuvo relativamente constante año con año (a excepción de las emisiones al aire, que disminuyeron en forma más marcada).

En México, las emisiones al aire representaron casi 53% del total nacional registrado en 2010. Asimismo, se observan enormes fluctuaciones en las emisiones fuera de sitio para disposición a lo largo del periodo en cuestión. La variabilidad en las emisiones y transferencias registradas en México refleja fluctuaciones en el número de instalaciones que presentaron registros entre 2005 y 2010 (véase el cuadro 1) y el

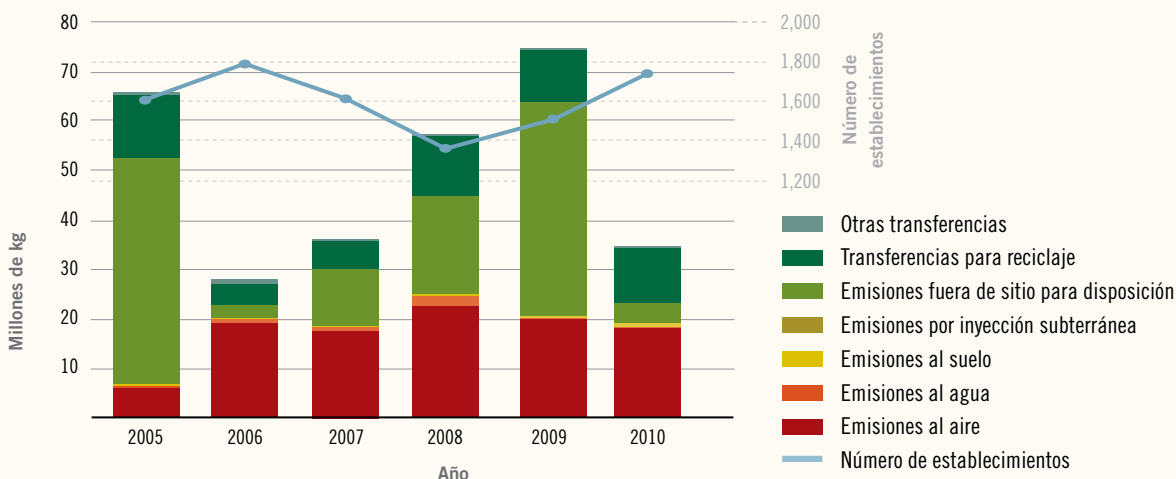
hecho de que, al igual que en los primeros años de registro en los RETC de Canadá y Estados Unidos, ha habido una pronunciada curva de aprendizaje para el programa RETC de México. Algunos factores, entre los que destacan cambios en la identificación de las plantas, en las designaciones de los sectores y en los lineamientos para la elaboración de informes de sustancias, han contribuido a la variabilidad de los datos RETC en México.

Los datos en la gráfica 3 reflejan también diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países. Por ejemplo: las emisiones al subsuelo por inyección subterránea dieron cuenta de aproximadamente 10 y 3 por

Gráfica 3. Emisiones y transferencias registradas en Canadá, Estados Unidos y México, 2005-2010



## RETC mexicano



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

ciento de los registros canadienses y estadounidenses en 2010, respectivamente; sin embargo, no se dispone de datos similares para México porque la inyección subterránea no está sujeta a registro en el RETC. Es preciso recordar a los lectores que las discrepancias en los requisitos de registro entre los programas RETC nacionales constituyen un factor importante a tener en cuenta al momento de interpretar los datos contenidos en el presente informe.

El cuadro 1 proporciona una instantánea de las actividades de registro en los sistemas RETC de cada país entre 2005 y 2010, lo que comprende el número de establecimientos que presentaron informes, así como el de contaminantes y las cantidades totales registradas cada año. Muestra, además, que aproximadamente 80% de todas las plantas que presentaron informes cada año se localizan en Estados Unidos, donde se observa una reducción de 13% en el número de

Cuadro 1. Panorama de los datos RETC de América del Norte, 2005-2010

RETC	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Diferencia 2005-2010	Variación 2005-2010 (%)	
Emisiones y transferencias totales registradas (kg)	NPRI canadiense	1,228,841,372	1,891,885,324	2,028,051,891	2,203,986,243	2,091,768,875	2,474,610,253	1,245,768,881	101
	RETC mexicano	65,226,620	27,961,007	35,873,024	57,814,032	74,559,916	35,053,206	-30,173,414	-46
	TRI estadounidense	3,539,430,441	3,538,776,360	3,375,535,764	3,130,289,912	2,663,106,958	3,021,046,795	-518,383,646	-15
	<b>Total, América del Norte</b>	<b>4,833,498,433</b>	<b>5,458,622,690</b>	<b>5,439,460,679</b>	<b>5,392,090,187</b>	<b>4,829,435,749</b>	<b>5,530,710,253</b>	<b>697,211,821</b>	<b>14</b>
Número de establecimientos que presentaron informes	NPRI canadiense	3,101	3,103	3,072	3,003	2,820	2,717	-384	-12
	RETC mexicano	1,608	1,790	1,621	1,359	1,521	1,736	128	8
	TRI estadounidense	20,810	20,141	19,743	19,480	18,403	18,159	-2,651	-13
	<b>Total, América del Norte</b>	<b>25,519</b>	<b>25,034</b>	<b>24,436</b>	<b>23,842</b>	<b>22,744</b>	<b>22,612</b>	<b>-2,907</b>	<b>-11</b>
Número de contaminantes registrados	NPRI canadiense	182	189	202	196	194	191	9	5
	RETC mexicano	69	67	67	68	65	67	-2	-3
	TRI estadounidense	441	456	433	427	425	428	-13	-3
	<b>Total, América del Norte</b>	<b>484</b>	<b>503</b>	<b>491</b>	<b>486</b>	<b>483</b>	<b>486</b>	<b>2</b>	<b>0.4</b>

Nota: El número de plantas industriales incluidas en los RETC que se indica en este cuadro comprende aquellas que registran un total de emisiones y transferencias de por lo menos 0.0001 kg, pero excluye las instalaciones canadienses y mexicanas que registraron únicamente emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) o de gases de efecto invernadero (GEI). Estos dos grupos de contaminantes se excluyen de los análisis del informe *En balance* debido a las diferencias en los requisitos de registro entre los tres programas RETC nacionales.

instalaciones que presentaron informes en el periodo. Este cuadro también revela un aumento en el total de emisiones y transferencias de Canadá de 2005 a 2010. Como se muestra a lo largo del presente documento, este aumento obedece en gran medida a los cambios efectuados a los requisitos de presentación de informes en el NPRI de Canadá.

### 1.3 Contaminantes registrados en los RETC de América del Norte, 2005-2010

El cuadro 2 presenta las emisiones y transferencias, así como el número de contaminantes registrados en el periodo comprendido entre 2005 y 2010. Muestra algunos contrastes interesantes; por ejemplo, el número de contaminantes emitidos al aire en 2010 fue casi el mismo que en 2005, pero el total de emisiones atmosféricas registradas disminuyó casi 300 millones de kg (36%) en este periodo. En términos de emisiones al suelo, las plantas industriales declararon 33 contaminantes menos entre 2005 y 2010, aunque las cantidades registradas aumentaron 108 por ciento.

Varios de los contaminantes registrados por plantas industriales en América del Norte se consideran de interés especial en virtud de su persistencia en el medio ambiente o su enorme potencial para causar daños a la salud humana y el medio ambiente, incluso cuando se liberan en cantidades relativamente pequeñas. Algunos de éstos pertenecen a una o más de las siguientes cuatro categorías de contaminantes: *carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, sustancias tóxicas*

*persistentes y bioacumulables (STPB) y metales*. El cuadro 2 muestra que las emisiones y transferencias registradas de esta clase de contaminantes representaron poco más de 3,000 millones de kg (o más de 55% del total de emisiones y transferencias de todos los contaminantes registradas en 2010), cantidad superior respecto de los 2,600 millones de kg registrados en 2005. Este aumento estuvo impulsado principalmente por las emisiones al suelo registradas.

Si bien el número de contaminantes registrados por plantas industriales en América del Norte a lo largo de este periodo presenta apenas un ligero incremento, donde sí se observan variaciones considerables es en el número registrado por cada país (véase el cuadro 1). Los contaminantes que cada año se registran pueden cambiar debido a diversas razones; por ejemplo: el uso o la emisión de un contaminante por una planta industrial en determinado año podría disminuir apenas por debajo de los umbrales de registro; un cambio en los requisitos de registro en un RETC podría dar lugar a que un contaminante se registre por primera ocasión, o bien el empleo de metodologías nuevas o revisadas para el cálculo de emisiones podría generar informes más precisos.

Las diferencias entre los tres programas nacionales en los requisitos de registro para contaminantes, sectores y establecimientos repercuten de manera significativa en el panorama de la contaminación industrial que se obtiene a partir de los datos RETC. Por ejemplo, de los cientos de contaminantes sujetos a registro en los RETC de América del Norte, sólo sesenta son comunes a los tres países. Aproximadamente

Cuadro 2. Contaminantes registrados en los RETC de América del Norte, 2005-2010

	Todos los contaminantes				Carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB**			
	2005		2010		2005		2010	
	Kilogramos	Número de contaminantes	Kilogramos	Número de contaminantes	Kilogramos	Número de contaminantes	Kilogramos	Número de contaminantes
Emisiones y transferencias								
Emisiones al aire	807,172,052	446	514,173,851	445	119,970,649	219	74,425,550	220
Emisiones al agua	234,003,770	276	221,806,836	247	7,756,161	142	7,347,276	130
Emisiones por inyección subterránea	412,296,802	170	340,822,984	151	35,273,441	90	41,995,619	82
Emisiones al suelo	866,151,548	245	1,802,531,538	212	844,883,772	139	1,522,069,757	116
Emisiones fuera de sitio para disposición	653,288,663	355	930,493,737	366	346,729,130	197	226,872,131	184
Transferencias para reciclaje	1,259,727,734	199	1,182,757,774	204	1,082,098,106	102	1,043,936,495	107
Otras transferencias	600,652,254	413	536,970,141	402	165,133,480	206	158,026,744	201
<b>Emisiones y transferencias totales registradas**</b>	<b>4,833,498,433</b>	<b>484</b>	<b>5,530,710,253</b>	<b>486</b>	<b>2,601,914,922</b>	<b>245</b>	<b>3,075,257,545</b>	<b>240</b>

\* STPB: sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulables.

\*\* Nota: La suma de los valores de las categorías individuales de emisiones y transferencias puede resultar ligeramente diferente del total indicado debido a que en el NPRI canadiense, si las cuatro categorías de emisiones en sitio totalizan menos de una tonelada (1,000 kg), los establecimientos pueden simplemente declararlas como una cantidad agregada.

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

350 contaminantes<sup>5</sup> están sujetos a registro en el NPRI canadiense; cerca de 650 lo están en el TRI de Estados Unidos, y 104 en el *RETC* de México. Además, cada país ha definido ciertos umbrales de registro para contaminantes, que pueden diferir de un país a otro (véanse los apéndices 1 y 2). Los datos presentados en el informe *En balance* reflejan estas diferencias en los requisitos de registro entre los programas *RETC* de los tres países. Con el objeto de que el lector pueda interpretar con mayor facilidad los datos del presente informe, a continuación del nombre de cada contaminante se indican los países en que la sustancia está sujeta a registro.

### 1.3.1 Cambios en los requisitos de registro para contaminantes, 2005-2010

Las listas de contaminantes incluidos en los *RETC* nacionales cambiaron muy poco entre 2005 y 2010. Los únicos cambios fueron en el NPRI de Canadá: en 2006 se agregaron a la lista tres hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y otros nueve en 2007. Los HAP son sustancias orgánicas que se forman a partir de la combustión incompleta de hidrocarburos como los combustibles fósiles y de materia orgánica. Las plantas industriales de Canadá deben informar sobre los HAP listados en el NPRI si éstos se fabricaron de manera no intencional, si están presentes en relaves o jales mineros o si se emitieron, eliminaron o transfirieron de alguna instalación en una cantidad combinada de 50 kg o más (con algunas excepciones). Establecimientos de un pequeño número de sectores —entre otros: la industria de extracción de petróleo y gas, establecimientos dedicados a la fabricación de productos químicos básicos, y la industria básica del hierro y del acero— informaron de cantidades relativamente bajas de HAP emitidas o transferidas en 2010. Varios HAP también están sujetos a registro en el TRI de Estados Unidos, donde se les conoce como compuestos aromáticos policíclicos (CAP).

El azufre reducido total (en inglés: *total reduced sulfur*, TRS) se agregó también a la lista de sustancias del NPRI a partir del año de registro 2007. Este cambio tuvo un efecto significativo en los informes presentados al *RETC* canadiense, sobre todo del sector de extracción de petróleo y gas (que dio cuenta de 97% del total de emisiones y transferencias de este contaminante en 2010). Sujeto a registro en el *RETC* de Canadá, pero no en el de Estados Unidos ni en el de México,<sup>6</sup> el TRS representa la cantidad total, en mezcla gaseosa, de compuestos que contienen azufre reducido, mismos que, en

la lista del NPRI, se restringen a compuestos de ácido sulfhídrico (que se encuentra en la mayor proporción), disulfuro de carbono, sulfuro de carbonilo, sulfuro de dimetilo, disulfuro de dimetilo y mercaptano de metilo. Tres de estos contaminantes (ácido sulfhídrico, disulfuro de carbono y sulfuro de carbonilo) también se registran por separado en el NPRI. Como se muestra a lo largo del presente informe, la magnitud de las emisiones y transferencias de compuestos de TRS registradas en Canadá desde 2007 ilustra con claridad el impacto de una más completa cuantificación al interior de la industria, además de poner de relieve las lagunas en el panorama de la contaminación industrial de América del Norte generadas por las diferencias en los requisitos de registro de los *RETC* nacionales.

### 1.3.2 Contaminantes emitidos y transferidos en mayores proporciones, 2005-2010

De las 567 sustancias registradas por las plantas industriales de América del Norte en este periodo, las diez que aparecen en el cuadro 3 representaron 70 y 65 por ciento, respectivamente, del total de emisiones y transferencias registradas en 2005 y 2010. De hecho, los 31 principales contaminantes (véase el apéndice 3) dieron cuenta de 92 y 91 por ciento, respectivamente, de los totales registrados en 2005 y 2010. Estos datos brindan, así, una instantánea de las cantidades y clases de contaminantes industriales que requieren un manejo por parte de los establecimientos de la región.

Cabe destacar que, de las sustancias presentadas en el cuadro 3, la mayoría está sujeta a registro en el NPRI canadiense y el TRI de Estados Unidos, y únicamente el plomo (y sus compuestos) es común a los tres programas *RETC*.

### 1.4 Sectores industriales que presentan informes a los RETC de América del Norte, 2005-2010

En 2010, plantas industriales pertenecientes a 225 sectores industriales en América del Norte presentaron informes a sus respectivos *RETC*. Estos sectores se clasifican conforme a los códigos del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), que cuenta con seis niveles de detalle disponibles (por ejemplo: el código 325 para la industria química, el 3251 para la fabricación de productos químicos básicos y el 32511 para la fabricación de productos petroquímicos).<sup>7</sup>

5. La palabra “contaminantes” también se refiere a agrupaciones de contaminantes (por ejemplo: plomo y sus compuestos).

6. A partir del año de registro 2012, las plantas industriales en Estados Unidos están obligadas a informar de sus emisiones y transferencias de ácido sulfhídrico.

7. A lo largo del presente informe se emplea el nivel SCIAN 4, puesto que normalmente aporta un grado de detalle suficiente sobre las actividades industriales en cuestión. En Estados Unidos, las plantas industriales individuales pueden informar hasta de cinco códigos SCIAN (cada código se aplica a una actividad específica dentro del establecimiento). La asignación de los códigos SCIAN puede variar de un país a otro. Para obtener más información al respecto, consúltense: Statistics Canada (2007), “NAICS 2007”, en: <[www.statcan.gc.ca/subjects-sujets/standard-norme/naics-scian/2007/list-liste-eng.htm](http://www.statcan.gc.ca/subjects-sujets/standard-norme/naics-scian/2007/list-liste-eng.htm)>; US Department of Commerce, Census Bureau (2007), “NAICS 2007”, en: <[www.census.gov/cgi-bin/sssd/naics/naicsrch?chart=2007](http://www.census.gov/cgi-bin/sssd/naics/naicsrch?chart=2007)>, e Inegi (2008), SCIAN 2007, en: <[www.inegi.org.mx/est/contenidos/epanoul/metodologias/censos/scian2007\\_1.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/epanoul/metodologias/censos/scian2007_1.pdf)>.

Cuadro 3. Principales contaminantes registrados en los RETC de América del Norte, 2005-2010

Contaminante	Emisiones y transferencias totales registradas			Emisiones en sitio*		Emisiones fuera de sitio para disposición		Transferencias totales**	
	2005 (kg)	2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Zinc y sus compuestos (CA, EU)	641,233,326	728,410,100	14	359,657,700	32	78,427,592	-42	290,216,625	25
Ácido sulfhídrico (CA, MX)	549,418,432	632,563,242	15	152,867,297	-49	479,650,431	91	41,241	13
Plomo y sus compuestos (CA, EU, MX)	454,007,439	467,277,324	3	278,044,395	37	16,424,428	-72	172,808,501	-10
Cobre y sus compuestos (CA, EU)	423,077,058	414,654,953	-2	130,518,101	73	12,715,615	5	271,417,257	-19
Ácido nítrico y compuestos nitrados (CA, EU)	282,522,125	261,770,018	-7	186,440,364	-2	6,194,076	-40	69,133,880	-15
Ácido clorhídrico (CA, EU)	278,784,924	106,476,066	-62	100,709,277	-62	618,974	25	5,141,870	-61
Metanol (CA, EU)	235,980,973	181,871,475	-23	82,718,244	-23	8,602,919	42	90,392,584	-26
Manganeso y sus compuestos (CA, EU)	201,483,436	520,948,260	159	390,269,583	424	36,360,643	-16	94,295,640	13
Amoniaco total (CA, EU)	168,634,168	166,025,660	-2	146,010,710	-3	5,197,391	1	14,800,877	17
Ácido sulfúrico (CA, EU)	167,319,200	137,997,148	-18	61,167,004	-26	1,751,106	-80	75,047,148	0
<b>Total, diez principales contaminantes</b>	<b>3,402,461,081</b>	<b>3,617,994,246</b>	<b>16</b>	<b>1,888,402,676</b>	<b>22</b>	<b>645,943,177</b>	<b>43</b>	<b>1,083,295,622</b>	<b>-8</b>
<b>Total, todos los contaminantes</b>	<b>4,833,498,433</b>	<b>5,530,710,253</b>	<b>14</b>	<b>2,879,335,208</b>	<b>24</b>	<b>930,493,737</b>	<b>42</b>	<b>1,719,727,915</b>	<b>-8</b>
<b>Proporción (%), principales contaminantes respecto del total</b>	<b>70</b>	<b>65</b>		<b>66</b>		<b>69</b>		<b>63</b>	

\* Suma de emisiones en sitio al aire, el agua, el suelo y por inyección subterránea.

\*\* Suma de transferencias para reciclaje y otras transferencias

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Sin embargo, como se mencionó, existen diferencias entre los tres países en cuanto a los sectores o las actividades industriales sujetas a registro en los RETC, diferencias que afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte. En Canadá, todos los sectores —salvo determinadas actividades, como los laboratorios de investigación— están sujetos a la presentación de informes. En México, once sectores industriales bajo jurisdicción federal están sujetos a registro en el *RETC*, al igual que cualquier planta industrial que maneje desechos peligrosos o descargue contaminantes en cuerpos de agua nacionales (es decir, la mayoría de los cuerpos de agua en este país), en tanto que para el sector minero, únicamente las actividades de beneficio (es decir, la extracción y refinación de minerales o minerales metálicos, pero no la exploración ni la extracción inicial de menas) están sujetas a presentar informes en el *RETC*.

En Estados Unidos, entre los sectores y actividades industriales clave que no están sujetas al registro en el TRI se cuentan:

- sector de extracción de petróleo y gas;
- industria de extracción de mineral de hierro, y
- plantas de tratamiento de agua y aguas residuales de propiedad municipal o estatal (también conocidas como plantas de tratamiento de propiedad pública o PTPP; en inglés: *publicly owned treatment works, POTW*).

Si se desea consultar información más detallada, véase el apéndice 1.

#### 1.4.1 Cambios en los requisitos de registro en los RETC para sectores, 2005-2010

Los cambios que se dieron en los requisitos de registro para determinados sectores industriales en Canadá a lo largo de este periodo afectaron las emisiones y transferencias registradas en el país. En 2006, el NPRI eliminó una exención de registro aplicable a las actividades de extracción y trituración mineras, lo que dio como resultado la imposición a la minería del requisito de registrar las emisiones y transferencias de numerosas sustancias incluidas en el NPRI. Debido a este cambio, la minería de carbón mineral empezó a presentar informes en 2006, junto con otro tipo de operaciones mineras en Canadá que también informaron de otras emisiones y transferencias. Este cambio en los requisitos de registro en el NPRI se tradujo en una mejor cuantificación de las emisiones y transferencias de las actividades mineras en Canadá.

Otro cambio en los requisitos de registro del NPRI tuvo lugar en 2009: la minería —incluidas las operaciones de extracción de petróleo y gas— se vio sujeta a registrar sus relaves y residuos de roca, en forma retroactiva al año de



Cuadro 4. Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones y transferencias totales en los RETC de América del Norte, 2005-2010

Sector industrial	Código SCIAN-4	Emisiones y transferencias totales, 2005	Emisiones y transferencias totales, 2006	Emisiones y transferencias totales, 2007	Emisiones y transferencias totales, 2008	Emisiones y transferencias totales, 2009	Emisiones y transferencias totales, 2010	Variación 2005-2010 (%)
Minería de minerales metálicos	2122	579,082,564	959,468,670	891,780,223	963,602,162	946,806,807	1,209,414,482	109
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	2211	527,061,796	507,666,843	502,207,870	455,438,263	369,374,147	352,112,292	-33
Fabricación de productos químicos básicos	3251	350,468,597	358,451,753	331,395,331	316,779,254	269,178,727	291,320,541	-17
Industria básica del hierro y del acero	3311	312,281,935	326,250,943	335,333,978	324,699,283	234,061,306	307,514,746	-2
Extracción de petróleo y gas	2111	299,959,066	352,648,093	425,045,364	519,514,573	521,838,245	975,143,329	225
Servicios relacionados con la minería y la extracción de petróleo y gas	2131	275,449,433	291,148,385	350,015,825	436,929,233	430,632,041	1,704,958	-99
Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	3314	264,792,816	354,836,292	317,299,626	315,491,899	274,146,732	362,220,896	37
Tratamiento y eliminación de desechos	5622	228,270,716	213,420,808	212,877,357	198,627,485	169,597,797	198,450,011	-13
Fabricación de pulpa, papel y cartón	3221	144,571,800	137,973,131	133,797,656	127,707,178	119,378,035	124,141,452	-14
Suministro de agua, drenaje, tratamiento de aguas residuales y otros sistemas	2213	129,606,665	126,646,951	130,512,863	137,716,716	132,559,661	131,651,071	2
<b>Total, diez principales sectores</b>		<b>3,111,545,388</b>	<b>3,628,511,869</b>	<b>3,630,266,092</b>	<b>3,796,506,046</b>	<b>3,467,573,498</b>	<b>3,953,673,778</b>	<b>27</b>
<b>Total, todos los sectores</b>		<b>4,833,498,433</b>	<b>5,458,622,690</b>	<b>5,439,460,679</b>	<b>5,392,090,187</b>	<b>4,829,435,749</b>	<b>5,530,710,253</b>	<b>14</b>
<b>Proporción (%), principales sectores respecto del total</b>		<b>64</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>71</b>	

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

registro 2006. Los relaves son los desechos (como arena, arcilla, agua, betún y sustancias químicas) que quedan después del procesamiento del mineral y otros materiales extraídos (por ejemplo, arenas bituminosas), en tanto que la roca residual son los residuos resultantes de la remoción de roca como parte de las operaciones de extracción minera a fin de facilitar el acceso al mineral. Este cambio en los requisitos de registro, aunado a la ya mencionada incorporación del TRS a la lista de contaminantes del NPRI, influyó en el aumento en las emisiones y transferencias registradas por las actividades mineras y de extracción de petróleo y gas en Canadá en 2005-2010.

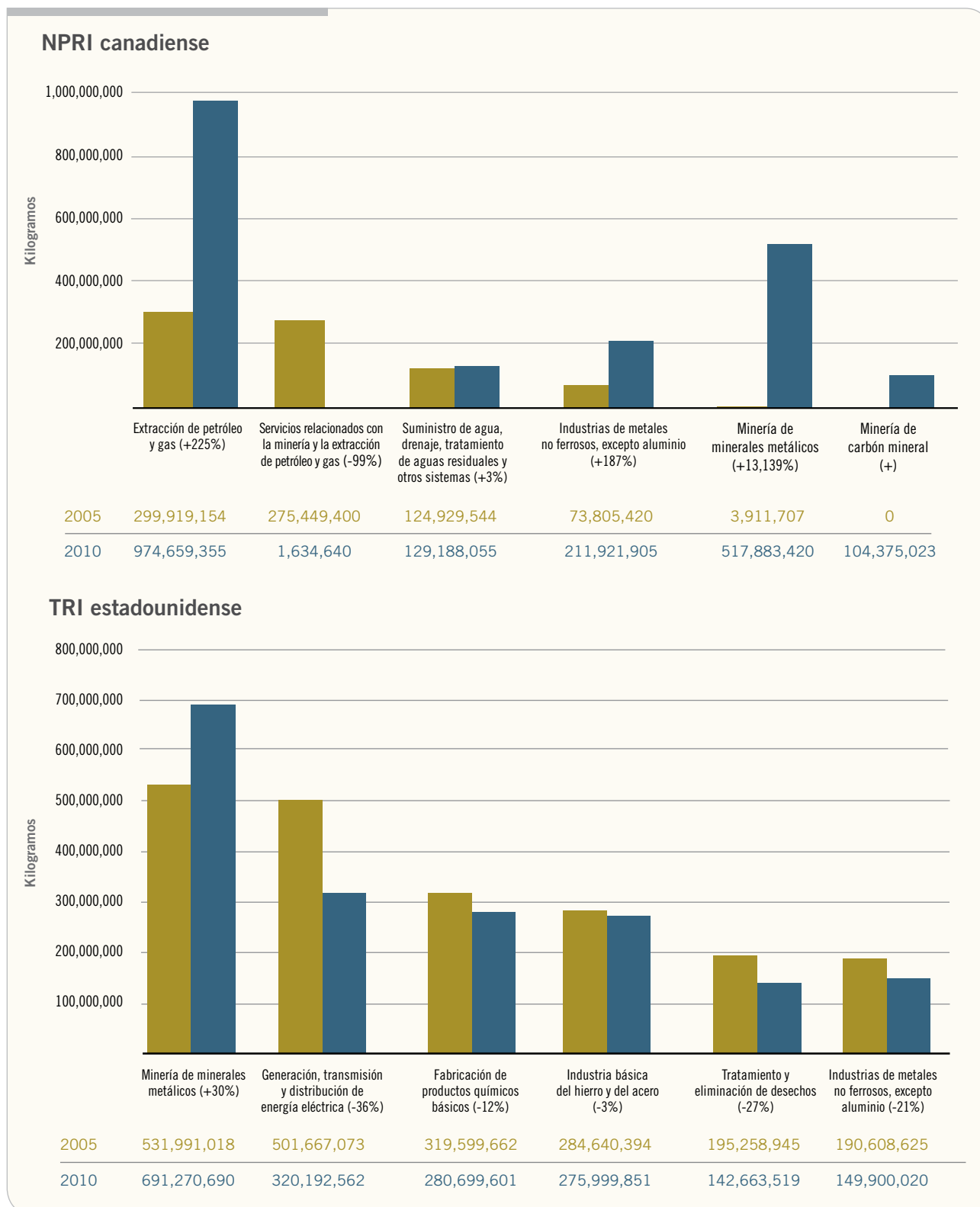
#### 1.4.2 Sectores industriales que registraron los mayores volúmenes de emisiones y transferencias, 2005-2010

En el cuadro 4, que muestra los diez sectores industriales que dieron cuenta de entre 64 y 72 por ciento del total de emisiones y transferencias registradas entre 2005 y 2010, puede apreciarse que la mayoría de estos sectores en lo individual registró reducciones a lo largo del mismo periodo, pero que en conjunto hubo un incremento neto de 14% en la cantidad total registrada para todos los sectores. Este

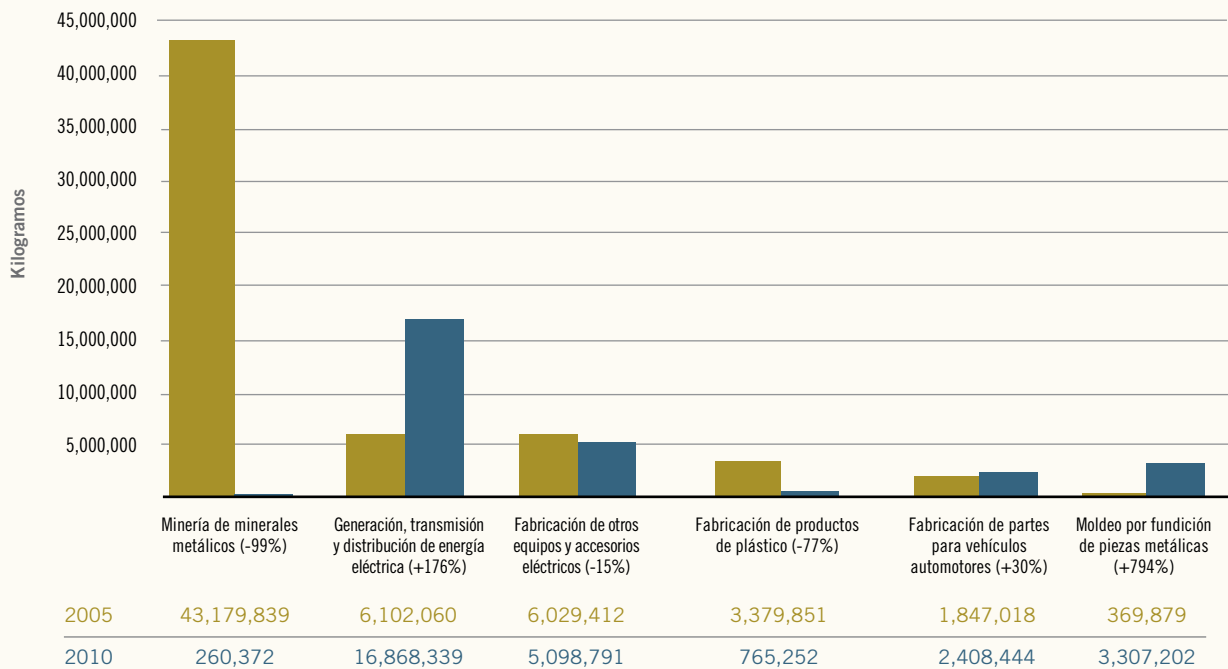
aumento fue impulsado fundamentalmente por la industria de extracción de petróleo y gas y las operaciones de la minería de minerales metálicos. En total treinta sectores industriales fueron responsables de entre 89 y 92 por ciento del total de emisiones y transferencias registradas en América del Norte en este periodo (véase el apéndice 4).

Ahora bien, se observan diferencias entre los tres países en cuanto a sectores que registraron mayores volúmenes (véase la gráfica 4). Por ejemplo, mientras que las emisiones y transferencias registradas por el sector de la minería de minerales metálicos en América del Norte aumentaron en forma significativa entre 2005 y 2010, este aumento refleja la actividad de registro realizada en Canadá y Estados Unidos pero no en México (donde se observa una reducción de 99% en las emisiones y transferencias registradas por el sector). El notable aumento en Canadá puede atribuirse en parte al cambio, mencionado con anterioridad, en los requisitos de registro del NPRI aplicables a la minería. En Estados Unidos, en el mismo periodo, la minería de minerales metálicos presentó un aumento de 30% en su registro de emisiones y transferencias, y se mantuvo como el sector con mayores volúmenes registrados.

Gráfica 4. Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones y transferencias totales en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010



## RETC mexicano



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

De igual forma, las instalaciones canadienses fueron responsables del aumento de 225% en las emisiones y transferencias registradas por el sector de extracción de petróleo y gas a escala regional: a ellas correspondió, 99.9% del total registrado por este sector cada año (con un registro de cantidades relativamente menores por parte de instalaciones mexicanas). En Estados Unidos, las actividades de extracción de petróleo y gas —sector de gran relevancia en el país— no están sujetas a la presentación de informes en el TRI, por lo que no se cuenta con datos al respecto. En el cuadro 4 puede apreciarse un incremento gradual en las emisiones y transferencias registradas por el sector de extracción de petróleo y gas entre 2005 y 2009 en Canadá, seguido de un aumento considerable en 2010. Ese mismo año se dio una reducción significativa en los volúmenes registrados por el sector de servicios relacionados con la minería y la extracción de petróleo y gas. De hecho, estos datos están relacionados: hasta 2009, unos cuantos de los establecimientos con volúmenes más elevados registraron sus emisiones y transferencias conforme al código SCIAN para los servicios relacionados con la minería y la extracción de petróleo y gas; sin embargo, con base en la nueva

orientación brindada por el NPRI, estas mismas plantas presentaron en 2010 informes conforme al código SCIAN para extracción de petróleo y gas. Una de estas instalaciones —la planta de gas Kwoen de Spectra Energy Transmission en Columbia Británica, Canadá— dio cuenta de casi un tercio del total registrado por el sector ese año.

El sector de generación de electricidad en América del Norte mostró una disminución de 33% en sus emisiones y transferencias totales registradas de 2005 a 2010. En la gráfica 4 puede apreciarse que se trató de uno de los sectores con registros de volúmenes más elevados en Estados Unidos y México, aunque no en Canadá. Ello es atribuible al hecho de que en Canadá alrededor de 60% de la electricidad producida se genera en plantas hidroeléctricas, mientras que en Estados Unidos y México casi la mitad de esta energía se genera a partir de la combustión de carbón y petróleo, respectivamente.<sup>8</sup> Las emisiones y transferencias totales registradas por este sector aumentaron 176% en México (debido en gran medida a los volúmenes informados por una planta de generación de electricidad en Baja California), pero disminuyó 22% en Canadá y 36% en Estados Unidos.

8. CCA (2011), *Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.

En México, el sector de fabricación de productos de plástico, que ocupó el cuarto lugar entre los sectores que informaron de sus emisiones y transferencias totales en este país en 2005, registró una disminución de 77% a lo largo de este periodo, esto debido principalmente a que una planta declaró un volumen importante en 2005 pero no presentó informes en 2010. Otros sectores industriales mexicanos que mostraron aumentos considerables en sus emisiones y transferencias en este periodo incluyen el moldeo por fundición de piezas metálicas y los servicios de recolección de desechos.

#### 1.4.3 Cambios en el número de plantas industriales que presentaron informes en los RETC de América del Norte, 2005-2010

Entre 2005 y 2010 disminuyó el número de plantas industriales que presentaron informes<sup>9</sup> a los RETC de América del Norte (véase el cuadro 1). En 2010 un total de 22,612 establecimientos en toda la región (80% de ellos ubicados en Estados Unidos) presentaron informes a los tres RETC, en comparación con las 25,519 instalaciones que lo hicieron en 2005, lo que significa una disminución de casi 3,000 plantas (la mayor parte —2,651 unidades—, en Estados Unidos). Un análisis minucioso de los sectores industriales en los que se observan los cambios más notables por cuanto al número de establecimientos que presentaron informes permite obtener una perspectiva del impacto de estos cambios en las emisiones y transferencias registradas a lo largo de este periodo.

#### Canadá y Estados Unidos

Tanto para Canadá como para Estados Unidos se observan reducciones en el número total de plantas industriales que presentaron informes a sus RETC entre 2005 y 2010. Los diez sectores que en los dos países registraron los mayores decrementos se muestran en el cuadro 5. Cabe señalar que estos sectores fueron responsables de poco más de la mitad de la disminución total en el número de establecimientos incluidos en los registros nacionales en ambos países.

Este cuadro muestra la disminución en las emisiones y transferencias totales registradas en el periodo por cada uno de los sectores industriales enumerados. Los datos de algunos sectores sugieren que un número relativamente pequeño de plantas fue el factor que produjo tal reducción. Por ejemplo, el sector de fabricación de cemento y productos de concreto registró una ligera baja en el número de instalaciones que presentaron informes, pero una notable reducción de 72% en las emisiones y transferencias registradas. Asimismo, en 2005, tan sólo tres plantas cementeras estadounidenses —la planta Buzzi Unicem, en Indiana, y dos de Holcim, en Misuri y Michigan— informaron de un total combinado de aproximadamente 9.5 millones de kg (o 58% del total para este sector). Para 2010 la planta de Holcim en Misuri había cerrado, en tanto que la de Buzzi Unicem informó de aproximadamente 570,000 kilogramos.

De entre los sectores con las mayores reducciones en el número de plantas que presentaron informes RETC en

Cuadro 5. Sectores industriales con las mayores reducciones en el número de plantas que presentaron informes en el NPRI canadiense y el TRI de Estados Unidos, 2005 y 2010

Sector industrial (código SCIAN-4)	Número de establecimientos que presentaron informes, 2005	Número de establecimientos que presentaron informes, 2010	Diferencia 2005-2010	Emisiones y transferencias totales, 2005 (kg)	Emisiones y transferencias totales, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Fabricación de productos de plástico (3261)	1,240	1,027	-213	48,867,077	47,384,513	-3
Recubrimientos y terminados metálicos (3328)	1,057	874	-183	57,611,459	37,905,152	-34
Fabricación de partes para vehículos automotores (3363)	888	627	-261	104,401,166	55,389,761	-47
Fabricación de componentes electrónicos (3344)	856	646	-210	33,927,682	22,450,784	-34
Moldeo por fundición de piezas metálicas (3315)	739	583	-156	53,024,387	37,645,384	-29
Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos (3255)	713	571	-142	39,013,111	22,488,193	-42
Fabricación de otros productos químicos (3259)	704	572	-132	44,696,169	32,587,609	-27
Fabricación de cemento y productos de concreto (3273)	687	599	-88	16,291,297	4,633,081	-72
Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería (3371)	242	145	-97	8,218,724	3,720,411	-55
Fabricación de carrocerías y remolques (3362)	215	131	-84	6,730,858	5,171,531	-23
<b>Total, diez principales sectores con decrementos</b>	<b>7,341</b>	<b>5,775</b>	<b>-1,566</b>	<b>412,781,931</b>	<b>269,376,419</b>	<b>-35</b>
<b>Proporción (%), principales sectores respecto del total de emisiones y transferencias</b>				<b>9</b>	<b>5</b>	

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

9. Obsérvese que “plantas industriales que presentaron informes” se refiere a aquellas que registran cuando menos 0.0001 kg de emisiones y transferencias totales.

Canadá y Estados Unidos, el de fabricación de partes para vehículos automotores destaca por haber registrado la mayor cantidad de emisiones y transferencias en 2005 y 2010, aunque el total registrado disminuyó 47% y casi un tercio, el número de plantas industriales que presentaron informes. En este caso, al igual que con el sector cementero, gran parte de la disminución registrada por el sector es atribuible a un número pequeño de establecimientos, incluidas dos plantas canadienses que registraron los porcentajes más altos en 2005, pero que no registraron emisiones ni transferencias en 2010.

Aunque hubo una reducción neta en el número de plantas industriales que presentaron informes en los RETC de los dos países, algunos sectores industriales registraron aumentos. Los diez sectores con los mayores incrementos se muestran en el cuadro 6.

Para la mayoría de los sectores que aparecen en este cuadro hubo una muy amplia variación en las emisiones y transferencias registradas entre 2005 y 2010. Al igual que con el cuadro anterior, los datos para ciertos sectores sugieren que unas cuantas plantas fueron responsables de estos cambios significativos. Por ejemplo, el número de instalaciones del sector dedicado a la fabricación de maquinaria y equipo agropecuario, para la construcción y para la industria extractiva aumentó apenas ligeramente en este periodo, mientras que el total de emisiones y transferencias

registradas se incrementó 344 por ciento. Un solo establecimiento en Texas —la planta Baker Hughes Rankin, que presta servicios a la industria de petróleo y gas— registró en 2010 un aumento notable, con más de 24 millones de kg de metales y otros contaminantes transferidos para reciclaje (lo que representa más de la mitad del total registrado por ese sector).

De igual forma, el sector de minería de carbón mineral mostró un aumento de aproximadamente 45% en el número de instalaciones que informaron a los programas RETC, aunque en términos de emisiones y transferencias registradas el incremento ascendió a 1,157 por ciento. Trece establecimientos canadienses registraron más de 100 millones de kg, lo que significa cerca de 95% del total correspondiente al sector en 2010. Como ya se mencionó, las minas de carbón mineral canadienses empezaron a presentar informes en 2006, año en que el NPRI retiró la exención aplicable a las actividades de extracción y trituración mineras. Este nuevo requisito tuvo un impacto significativo en el aumento en las cantidades registradas por este sector. Una sola instalación —la mina Coal Valley Resources-Obed en Alberta— informó de más de 80 millones de kg en 2010 y dio cuenta de la mayor parte del incremento en el sector (véase el cuadro 6).<sup>10</sup> Asimismo, un pequeño número de establecimientos de Canadá fue en gran medida responsable del considerable incremento en las emisiones y transferencias registradas por

Cuadro 6. Sectores industriales con los mayores aumentos en el número de plantas que presentaron informes al NPRI canadiense y el TRI de Estados Unidos, 2005-2010

Sector industrial (código SCIAN-4)	Número de establecimientos que presentaron informes, 2005	Número de establecimientos que presentaron informes, 2010	Diferencia 2005-2010	Emisiones y transferencias totales, 2005 (kg)	Emisiones y transferencias totales, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Fabricación de productos químicos básicos (3251)	1,055	1,139	84	349,808,622	290,724,530	-17
Elaboración de productos lácteos (3115)	370	383	13	17,466,685	19,566,429	12
Maquinado de piezas metálicas y fabricación de tornillos (3327)	235	247	12	21,895,382	21,808,879	0
Fabricación de maquinaria y equipo agropecuario, para la construcción y para la industria extractiva (3331)	234	240	6	10,091,755	44,790,625	344
Servicios de defensa-seguridad nacional y relaciones internacionales (9111/9281)*	204	298	94	13,173,252	16,254,943	23
Minería de minerales metálicos (2122)	113	166	53	535,902,725	1,209,154,110	126
Minería de carbón mineral (2121)	49	71	22	8,675,395	109,080,080	1,157
Saneamiento y otros servicios de manejo de residuos (5629)	27	58	31	6,055,107	91,797,630	1,416
Minería de minerales no metálicos (2123)	17	56	39	258,465	54,842,914	21,119
Servicios de almacenamiento (4931)	8	25	17	83,676	131,002	57
<b>Total, diez principales sectores con incrementos</b>	<b>2,312</b>	<b>2,683</b>	<b>371</b>	<b>963,411,064</b>	<b>1,858,151,142</b>	<b>93</b>
<b>Proporción (%), principales sectores respecto del total de emisiones y transferencias</b>				<b>20</b>	<b>34</b>	

\* \* Los códigos SCIAN para servicios de defensa y seguridad nacional y relaciones internacionales difieren entre Canadá y Estados Unidos.

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

10. El NPRI ha señalado este volumen como un probable error de registro (considerando que la cantidad real probablemente corresponde a órdenes de magnitud menores).

el sector de la minería de minerales no metálicos. Entre tales plantas destacan tres minas de diamantes en los Territorios del Noroeste, así como operaciones mineras de fosfatos y potasa en Ontario y Saskatchewan que suministran a fabricantes de productos fertilizantes y agrícolas.

El sector de la minería de minerales metálicos dio cuenta de la mayor cantidad de emisiones y transferencias tanto en 2005 como en 2010, y registró un incremento de 126% en el periodo. También en este sector hubo un aumento en el número de plantas que presentaron informes, y unas cuantas instalaciones mineras de Canadá que no presentaron informes en 2005 figuraron entre las plantas industriales que registraron mayores volúmenes en 2010. Gran parte de este cambio obedece también a la eliminación en 2006 de la exención del NPRI aplicable a las actividades mineras.

### México

Se observan amplias fluctuaciones de un año a otro en el número de plantas industriales que presentaron informes en México en el periodo comprendido entre 2005 y 2010 (véase el cuadro 1) y, por consiguiente, es difícil obtener un panorama coherente sobre la dirección de los cambios registrados en la presentación de informes al *RETC*. Como se mencionó, la pronunciada curva de aprendizaje para el sistema *RETC* mexicano, en el que numerosos establecimientos no presentaron informes durante el primero o los

dos primeros años del programa, ha contribuido a la variabilidad en los datos *RETC* correspondientes a este país.

El cuadro 7 muestra los sectores en México que cuentan con la mayor cantidad de plantas industriales que presentaron informes a lo largo de este periodo, junto con los cambios observados entre 2005 y 2010 (haciendo caso omiso de las fluctuaciones en años intermedios). Estos quince sectores representaron 97 y 91 por ciento, respectivamente, del total de emisiones y transferencias registradas por todos los sectores en México en 2005 y 2010.

Este cuadro revela que la cantidad neta de plantas industriales que presentaron informes en estos quince sectores mexicanos aumentó 5%, en tanto que el total de emisiones y transferencias registradas mostró una disminución de 49%, lo cual indica que un número relativamente pequeño de plantas desempeñó un papel destacado en los cambios registrados en términos de emisiones y transferencias a lo largo del periodo. El sector de la minería de minerales metálicos dio cuenta de más de 68% del total de emisiones y transferencias registradas por los quince principales sectores en 2005, pero de menos de 1% en 2010. Dos plantas industriales —Compañía Fresnillo en Chihuahua y Compañía Minera Nuevo Monte en Hidalgo—, dedicadas principalmente a la extracción de plomo, zinc y plata, fueron las responsables de casi todas las emisiones y transferencias

Cuadro 7. Sectores industriales con los mayores cambios en el número de plantas que presentaron informes en el sistema *RETC* de México, 2005-2010

Sector industrial (código SCIAN-4)	Número de establecimientos que presentaron informes, 2005	Número de establecimientos que presentaron informes, 2010	Diferencia 2005-2010	Emisiones y transferencias totales, 2005 (kg)	Emisiones y transferencias totales, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Fabricación de partes para vehículos automotores (3363)	177	145	-32	1,847,018	2,408,444	30
Transporte de petróleo crudo por ductos (4861)	76	78	2	34,581	40,642	18
Fabricación de productos farmacéuticos (3254)	71	86	15	511,453	425,087	-17
Fabricación de productos químicos básicos (3251)	67	69	2	659,975	596,011	-10
Moldeo por fundición de piezas metálicas (3315)	60	63	3	369,879	3,307,202	794
Fabricación de otros productos químicos (3259)	60	58	-2	154,571	139,949	-9
Fabricación de componentes electrónicos (3344)	60	33	-27	263,280	109,817	-58
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (2211)	46	69	23	6,102,060	16,868,339	176
Recubrimientos y terminados metálicos (3328)	45	65	20	418,744	277,759	-34
Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos (3359)	40	28	-12	6,029,412	5,098,791	-15
Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas (3252)	33	32	-1	175,723	139,180	-21
Fabricación de productos de plástico (3261)	31	44	13	3,379,851	765,252	-77
Industria de las bebidas (3121)	29	42	13	43,688	35,656	-18
Minería de minerales metálicos (2122)	28	39	11	43,179,839	260,372	-99
Manejo de desechos y servicios de remediación (5621)	26	38	12	4,094	1,473,352	35,885
<b>Total, quince principales sectores con variaciones</b>	<b>849</b>	<b>889</b>	<b>40</b>	<b>63,174,169</b>	<b>31,945,855</b>	<b>-49</b>
<b>Proporción (%), principales sectores respecto del total de emisiones y transferencias</b>				<b>97</b>	<b>91</b>	



registradas por este sector en 2005. Compañía Fresnillo no presentó informes después de 2005 y, de hecho, actualmente analiza la posibilidad de que haya sobreestimado los datos registrados para ese año; por su parte, la Compañía Minera Nuevo Monte no presentó informes después de 2007 y suspendió operaciones desde entonces.<sup>11</sup>

Los cambios en las emisiones y transferencias de otros sectores industriales en México también ilustran los efectos de unos cuantos establecimientos en el registro. Por ejemplo, el sector de moldeo por fundición de piezas metálicas presentó un muy ligero incremento en el número de plantas que presentaron informes, en contraste con un aumento de 794% en las emisiones y transferencias registradas. Un número relativamente pequeño de instalaciones fue responsable de gran parte de este aumento, y muchos de los establecimientos que presentaron informes en 2005 no lo hicieron en 2010, y viceversa. Asimismo, una de las centrales eléctricas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en Baja California dio cuenta de gran parte del aumento registrado por el sector de generación de electricidad a lo largo del periodo, pues informó de más de 73% del total

de emisiones y transferencias registradas por este sector en 2010, pero no había presentado informes en 2005.

El cuadro 8 presenta algunas de las plantas industriales en México que registraron una cantidad considerable de emisiones y transferencias ya sea en 2005 o 2010, pero no en ambos años. Asimismo, ilustra el impacto que ejercieron determinadas plantas en el total de las emisiones y transferencias registradas en dicho país, al dar cuenta sólo cinco plantas de 77% del total de las emisiones y transferencias registradas para todos los sectores en 2005, y otras cinco plantas de 53% del total de las emisiones y transferencias que registraron todos los sectores en 2010.<sup>12</sup> La falta de coherencia en el registro de las plantas industriales mexicanas puede obedecer a numerosas razones: la ya mencionada curva de aprendizaje en relación con la presentación de informes en el *RETC*; cambios en las metodologías de cálculo; el arranque, ralentización o cierre de operaciones en algún punto durante el periodo en cuestión; cambios en los procesos industriales que pudieron afectar las cantidades o los contaminantes registrados, así como la inobservancia de los requisitos de registro.

Cuadro 8. Emisiones y transferencias registradas por establecimientos mexicanos que presentaron informes en 2005 o 2010, pero no en ambos años

Nombre del establecimiento	Núm. identificación RETC	Estado	Sector industrial	Emisiones y transferencias totales, 2005 (kg)	Emisiones y transferencias totales, 2010 (kg)
Compañía Fresnillo, S.A. de C.V.	FRE140806211	Chihuahua	Minería de minerales metálicos	36,235,208	–
Compañía Minera Nuevo Monte	MNMMK1308411	Hidalgo	Minería de minerales metálicos	6,774,926	–
Flextronics Plastics, S.A. de C.V.	FPLMA1412011	Jalisco	Fabricación de productos de plástico	3,206,344	–
Enertec México, S. de R.L. de C.V. – Planta Monterrey	EMC8Z1903911	Nuevo León	Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	2,345,644	–
Morestana, S.A. de C.V.	MOR8IO100111	Aguascalientes	Fabricación de partes para vehículos automotores	1,476,444	–
Comisión Federal de Electricidad – Campo y Central Geotérmica Cerro Prieto	CFEAD0200212	Baja California	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	–	12,443,000
Monterrey Extrusions, S. de R.L. de C.V.	MEX9M1901211	Nuevo León	Fabricación de partes para vehículos automotores	–	2,079,946
Hornos de Fundición, S.A. de C.V.	HFUTF2804011	Tamaulipas	Manejo de desechos y servicios de remediación	–	1,463,172
LBQ Foundry, S.A. de C.V.	LFOLJ2201411	Querétaro	Moldeo por fundición de piezas metálicas	–	1,376,500
Enertec Exports, S. de R.L. de C.V.	EEX8Z1901211	Nuevo León	Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	–	1,321,078
<b>Total, cinco establecimientos con las mayores emisiones y transferencias que informaron en 2005 o en 2010, mas no en ambos años</b>				<b>50,038,567</b>	<b>18,683,696</b>
<b>Total, todos los establecimientos que presentaron informes</b>				<b>65,226,620</b>	<b>35,053,206</b>
<b>Proporción (%), cinco principales establecimientos respecto del total de emisiones y transferencias</b>				<b>77</b>	<b>53</b>

11. Semarnat (2013), *Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)*, comunicación personal con funcionarios del RETC, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, diciembre de 2013.

12. Como ya se mencionó, la Compañía Fresnillo analiza la posibilidad de que haya habido errores de registro en 2005. De igual forma, la central y campo geotérmico Cerro Prieto de la CFE en Baja California estudia un posible problema relativo a la presentación de informes con dos números de identificación distintos en el *RETC* entre 2005 y 2010 (comunicación personal con funcionarios del programa *RETC*, 2013).

## Información detallada sobre las emisiones y transferencias registradas, 2005-2010

En este capítulo se analizan a detalle los cambios observados en las emisiones y transferencias de contaminantes —emisiones en sitio (al aire, agua, suelo y por inyección subterránea); emisiones fuera de sitio para disposición final; transferencias para reciclaje, y otras transferencias— que registraron las plantas industriales en América del Norte a lo largo del periodo 2005-2010. Se presentan, además, los sectores y plantas industriales que dieron cuenta de las mayores emisiones y transferencias, así como su distribución entre los tres países, lo que en muchos casos deja al descubierto algunas brechas en el panorama de la contaminación industrial en la región, resultado de las diferencias en los requisitos de registro entre los tres programas RETC nacionales y también de otros factores.

En algunos casos, los datos revelan cambios notables en los registros de una planta industrial de un año a otro, y ello puede deberse a varios factores: aumentos o disminuciones en la producción, cambios en las actividades de manejo de desechos, o la adopción de estrategias para la prevención o mitigación de la contaminación, entre otros. Asimismo, un aumento de gran magnitud en las cantidades declaradas puede reflejar el registro por primera vez de una actividad (por ejemplo, como resultado de cambios en los requisitos de registro), y no necesariamente un cambio real en las emisiones o transferencias de una planta. Puesto que a menudo no se proporcionan las razones a las que obedecen los cambios importantes en los registros de un año a otro, se invita al lector a tener en cuenta estas consideraciones.

Se presentan en este capítulo, además, datos sobre las emisiones al aire y el agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y sustancias tóxicas persistentes y

bioacumulables (STPB). Algunos de los contaminantes incluidos en estas cuatro categorías se consideran de interés especial por su persistencia en el medio ambiente, o por su enorme potencial para afectar la salud humana o el medio ambiente, aun si se liberan en cantidades relativamente pequeñas. De hecho, *En balance* aporta información sobre la toxicidad —en forma de índices de potencial de equivalencia tóxica (PET)—<sup>13</sup> de algunos de estos contaminantes emitidos al aire o el agua. También se brinda información respecto de sus propiedades químicas y sobre cómo se utilizan o producen estas sustancias en la industria.

### 2.1 Emisiones al aire registradas, 2005-2010

Del total de las emisiones y transferencias de contaminantes registradas en 2010 por las plantas industriales de América del Norte, 9% (514,173,851 kg) correspondió a emisiones al aire, lo que significa una disminución de 36% en comparación con los niveles de 2005). Los lectores deberán recordar que las emisiones al aire que se presentan en este informe excluyen los contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) registrados en el NPRI de Canadá y los gases de efecto invernadero (GEI) registrados en el RETC de México. En el apéndice 1 puede consultarse información sobre cómo obtener datos relativos a las emisiones de CAC y GEI en los tres países.

El cuadro 9 presenta las emisiones al aire registradas anualmente por plantas industriales de América del Norte desde 2005 hasta 2010. Expone, además, las diferencias entre los tres países en cuanto a las cantidades registradas y la dirección de los cambios entre 2005 y 2010. Por ejemplo, la disminución en las emisiones al aire registradas en este periodo obedece sobre todo a los volúmenes declarados en Estados

Cuadro 9. Emisiones al aire registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010

RETC	Emisiones al aire, 2005 (kg)	Emisiones al aire, 2006 (kg)	Emisiones al aire, 2007 (kg)	Emisiones al aire, 2008 (kg)	Emisiones al aire, 2009 (kg)	Emisiones al aire, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Número de contaminantes registrados	
								2005	2010
NPRI canadiense	113,025,812	108,863,320	115,196,383	113,966,665	107,318,775	105,473,559	-7	160	158
RETC mexicano	6,085,570	19,629,156	17,650,031	22,644,705	20,153,686	18,471,151	204	52	48
TRI estadounidense	688,060,669	643,276,983	605,320,375	522,750,666	419,098,466	390,229,141	-43	409	398
<b>Total, América del Norte</b>	<b>807,172,052</b>	<b>771,769,460</b>	<b>738,166,789</b>	<b>659,362,037</b>	<b>546,570,927</b>	<b>514,173,851</b>	<b>-36</b>	<b>446</b>	<b>445</b>

*Nota:* Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

13. Si se desea consultar información sobre los índices PET, véanse el apartado 2.3 y el apéndice 1.

Unidos (con una reducción de 43%) y, en menor medida, en Canadá (decremento de 7%). En México, las emisiones al aire registradas aumentaron 204 por ciento.

Del total de emisiones al aire registradas en 2005, las plantas industriales canadienses dieron cuenta de 14%, las estadounidenses de 85% y las mexicanas de 0.7 por ciento. Para 2010, estos porcentajes habían cambiado al registrar las plantas canadienses casi 21% del total, las estadounidenses 76% y las mexicanas 3.6 por ciento.

La gráfica 5 ilustra las emisiones al aire registradas en cada país en 2005 y 2010, así como los veinte contaminantes que registraron los mayores volúmenes y los cambios en sus emisiones a lo largo del periodo de seis años. Estos contaminantes dieron cuenta de 91 y 90 por ciento, respectivamente, del total de emisiones al aire registradas en 2005 y 2010. Casi todos ellos presentaron disminuciones a lo largo de este periodo, a excepción del ácido sulfhídrico (o sulfuro de hidrógeno) y del azufre reducido total (en inglés: *total reduced sulfur*, TRS),

este último sujeto a registro sólo a partir de 2007. Las emisiones al aire de ácido clorhídrico representaron el porcentaje más alto (casi 33%) del total en 2005, aunque para 2010 las emisiones de este contaminante habían disminuido y apenas dieron cuenta de poco más de 19% del total. En esta gráfica puede apreciarse también que, de los contaminantes enumerados, solamente el acetaldehído, el formaldehído y el estireno están sujetos a registro en los programas RETC de los tres países.

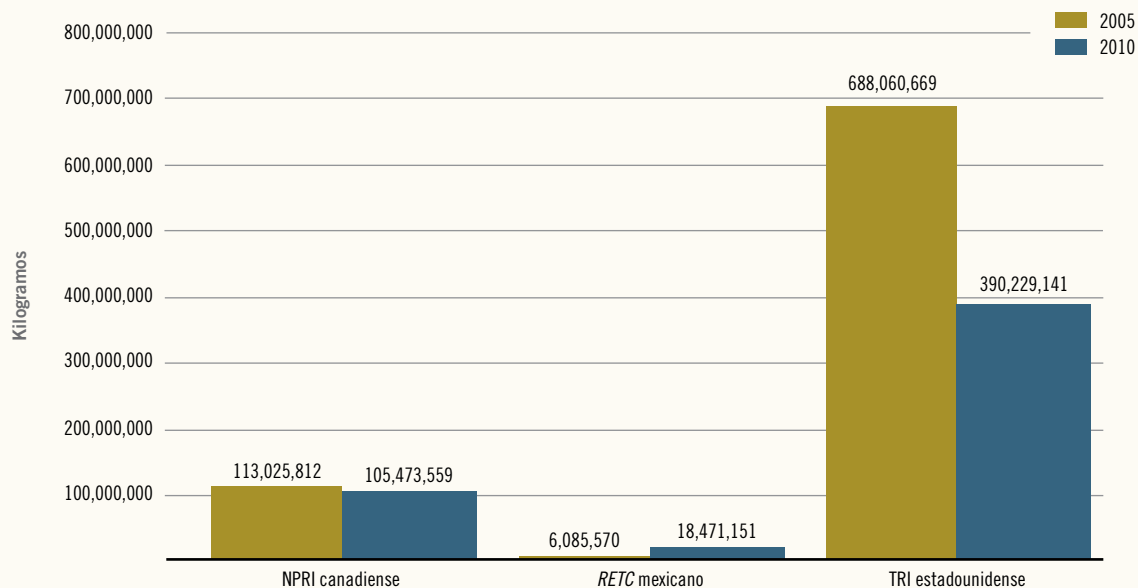
### 2.1.1 Principales sectores que presentan registros de emisiones al aire en América del Norte, 2005-2010

Los cinco sectores industriales en América del Norte que registraron los porcentajes más altos en términos de emisiones totales al aire entre 2005 y 2010 se muestran en la gráfica 6. Estos sectores fueron responsables de 335,413,595 kg o 65% del total en 2010, con 32% de las emisiones registradas atribuibles exclusivamente al sector de generación de electricidad.



Petr Kratochvíl

Gráfica 5. Emisiones al aire registradas en Canadá, Estados Unidos y México, y principales contaminantes registrados, 2005 y 2010

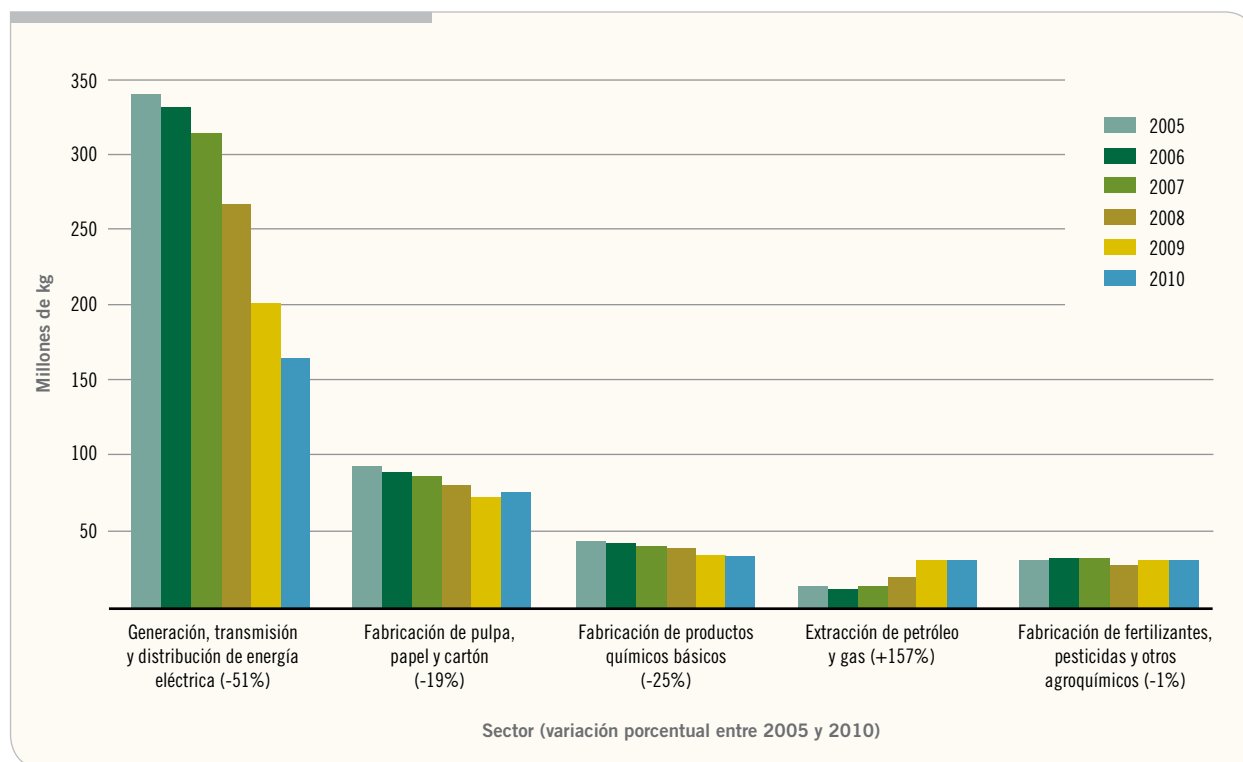


Contaminante	Emisiones al aire, 2005 (kg)	Emisiones al aire, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Ácido clorhídrico (CA, EU)	264,854,293	99,871,342	-62
Metanol (CA, EU)	86,891,338	59,539,501	-31
Ácido sulfúrico (CA, EU)	82,789,123	60,956,268	-26
Amoníaco total (CA, EU)	73,633,167	71,556,982	-3
Ácido fluorhídrico (CA, EU)	37,592,308	20,406,613	-46
Tolueno (CA, EU)	29,113,207	17,367,509	-40
Estireno (CA, EU, MX)	25,885,073	11,866,513	-54
n-Hexano (CA, EU)	21,751,390	20,497,067	-6
Xilenos (CA, EU)	21,305,370	11,793,636	-45
Sulfuro de carbono (CA, EU)	14,334,916	11,195,247	-22
Disulfuro de carbono (CA, EU)	11,851,707	8,399,476	-29
Etileno (CA, EU)	11,273,822	8,100,105	-28
Ciertos éteres de glicol (EU)	8,898,150	5,941,647	-33
Ácido sulfhídrico (CA, MX)	8,635,730	19,244,496	123
Alcohol n-butílico (CA, EU)	8,007,344	5,097,160	-36
Acetaldehído (CA, EU, MX)	7,273,669	4,730,047	-35
Formaldehído (CA, EU, MX)	7,135,349	3,572,996	-50
Propileno (CA, EU)	6,511,391	4,700,635	-28
Zinc y compuestos (CA, EU)	3,915,861	3,500,678	-11
Azufre reducido total (CA)	—	15,522,608	50*
<b>Total, veinte principales contaminantes</b>	<b>731,653,208</b>	<b>463,860,527</b>	<b>-37</b>
<b>Total, todos los contaminantes emitidos al aire</b>	<b>807,172,052</b>	<b>514,173,851</b>	<b>-36</b>
<b>Proporción (%), principales contaminantes respecto del total de emisiones al aire</b>	<b>91</b>	<b>90</b>	

\* Variación porcentual calculada a partir de 2007 (primer año de registro del azufre reducido total en Canadá).

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan al panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Gráfica 6. Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones al aire en América del Norte, 2005-2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Sin embargo, hubo diferencias entre los tres países en cuanto a los sectores que registraron las mayores emisiones al aire. La gráfica 7 muestra que la notable disminución en las emisiones al aire provenientes del sector de generación de electricidad puede atribuirse a centrales eléctricas en Estados Unidos (que registraron una disminución de 56%) y Canadá (con una reducción de 29%), mientras que las emisiones al aire procedentes de este sector en México aumentaron casi 196 por ciento.

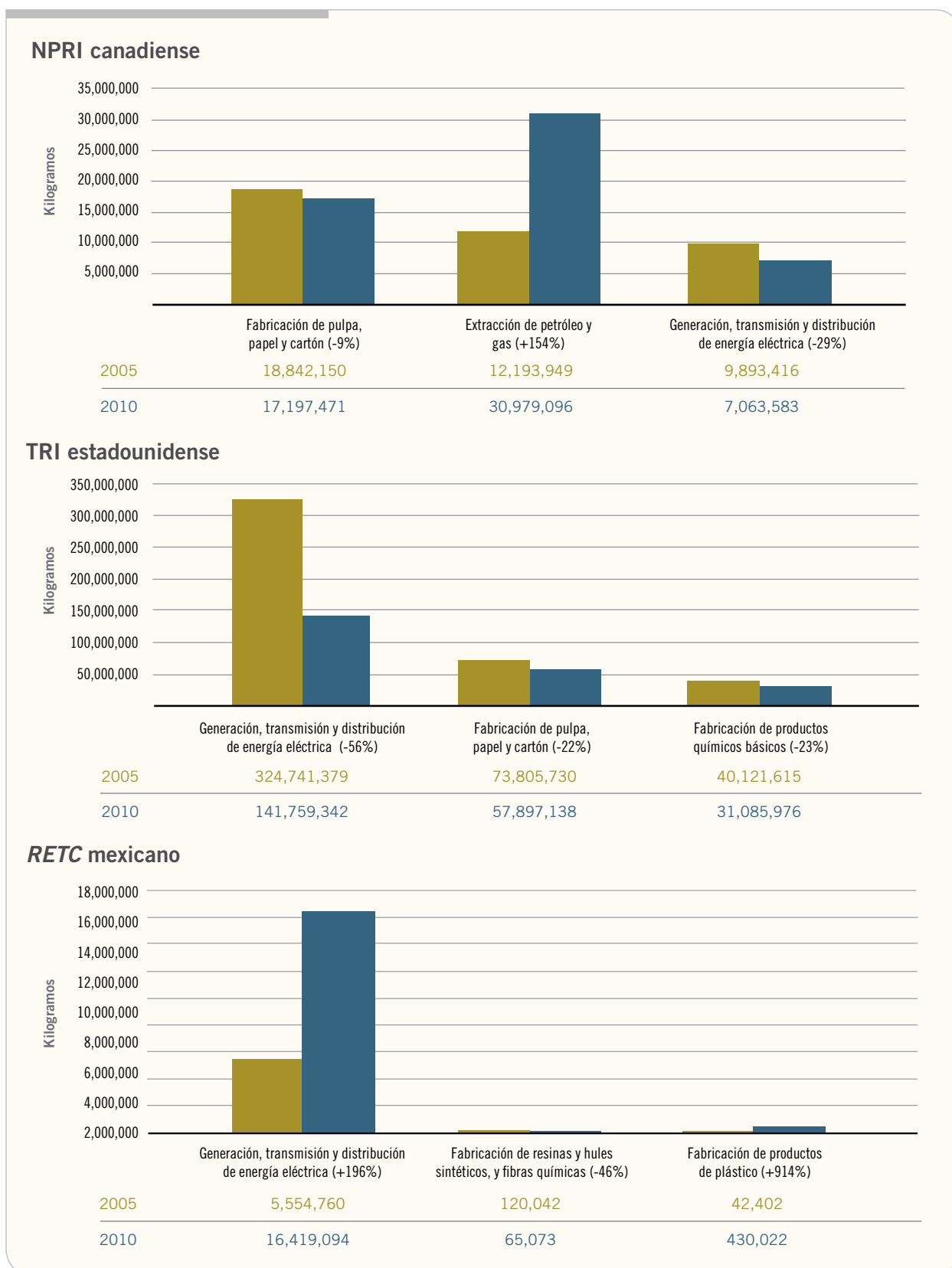
Como ya se mencionó, una planta generadora de electricidad —la central y campo geotérmico Cerro Prieto, de la CFE, en Baja California— dio cuenta de gran parte del aumento registrado. El sector de generación de energía eléctrica fue responsable de los porcentajes más altos (entre 80 y 92 por ciento) del total de emisiones al aire anuales registradas en México entre 2005 y 2010.

El sector de extracción de petróleo y gas, que para 2010 ya había reemplazado a la industria de fabricación de celulosa, papel y cartón como el mayor generador de emisiones al aire en Canadá, no figuró entre los principales sectores que

presentaron registros en los otros dos países. Este sector registró un aumento de 154% en términos de emisiones al aire a lo largo de este periodo (véase la gráfica 7), en parte debido a la incorporación en 2007 del azufre reducido total (en inglés: *total reduced sulfur*, TRS) a la lista de sustancias del NPRI. Ni el sector de extracción de petróleo y gas, ni el TRS, están sujetos a registro en el TRI estadounidense; en México, por otro lado, la falta de datos registrados por este sector sugiere un registro incompleto, puesto que no está exento del *RETC*.

El cuadro 10 presenta los principales contaminantes emitidos al aire por los cinco principales sectores industriales de América del Norte que, en conjunto, fueron responsables de 65% del total de emisiones al aire en 2010; asimismo, muestra la distribución de tales emisiones en los tres países y la variación registrada en ellas entre 2005 y 2010. Los datos ilustran los efectos de las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC nacionales, con el ácido sulfhídrico (o sulfuro de hidrógeno) como el único contaminante de este cuadro sujeto a registro en el *RETC* mexicano.

Gráfica 7. Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones al aire en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



Cuadro 10. Principales sectores industriales por sus emisiones al aire y principales contaminantes registrados en América del Norte, 2005-2010

Sector industrial (código SCIAN-4)	Emisiones al aire, 2010 (kg)	Contaminante	Emisiones al aire, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	NPRI canadiense (%)	RETC mexicano (%)	TRI estadounidense (%)
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (2211)	165,242,019	Ácido clorhídrico (CA, EU)	77,951,337	-67	4	—	96
		Ácido sulfúrico (CA, EU)	48,342,390	-20	3	—	97
		Ácido sulfhídrico (CA, MX)	16,254,130	197	0.01	99	—
Fabricación de pulpa, papel y cartón (3221)	75,094,700	Metanol (CA, EU)	46,608,814	-23	19	—	81
		Ácido clorhídrico (CA, EU)	7,993,865	-12	22	—	78
		Amoniaco total (CA, EU)	7,811,700	-17	20	—	80
Fabricación de productos químicos básicos (3251)	33,092,402	Etileno (CA, EU)	4,796,351	-29	10	—	90
		Amoniaco total (CA, EU)	4,265,469	4	3	—	97
		Sulfuro de carbonilo (CA, EU)	3,953,646	-32	0	—	100
Extracción de petróleo y gas (2111)	31,376,515	Azufre reducido total (CA)	10,765,681	212*	100	—	—
		Disulfuro de carbono (CA, EU)	4,356,566	136	100	—	—
		Xilenos (CA, EU)	3,308,466	323	100	—	—
Fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos (3253)	30,607,959	Amoniaco total (CA, EU)	27,023,573	0	32	—	68
		Metanol (CA, EU)	1,125,870	-39	34	—	66
		Ácido fluorhídrico (CA, EU)	682,277	20	7	—	93
<b>Total, contaminantes emitidos al aire por los cinco principales sectores</b>	<b>335,413,595</b>	<b>Total, principales contaminantes</b>	<b>265,240,134</b>				
<b>Proporción (%), cinco principales sectores respecto del total de emisiones al aire</b>	<b>65</b>						

\* Variación porcentual calculada a partir de 2007 (primer año de registro del azufre reducido total en Canadá).

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Las plantas de generación de electricidad —en su mayoría localizadas en Estados Unidos— dieron cuenta de la mayor cantidad de emisiones al aire de ácido clorhídrico y ácido sulfúrico. Estos contaminantes se asocian a la quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural, utilizados en mayor abundancia en Estados Unidos y México para la generación de electricidad. En Canadá, en cambio, más de la mitad de la electricidad se genera en plantas hidroeléctricas. Para 2010, este sector había recortado sus emisiones de ácido clorhídrico y ácido sulfúrico en 67 y 20 por ciento, respectivamente. Las dos sustancias están sujetas a registro en los sistemas RETC canadiense y estadounidense, pero no en el mexicano. El ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico en la atmósfera pueden reaccionar y producir lluvia ácida; asimismo, ambos contaminantes pueden desencadenar problemas respiratorios. Varios factores —entre otros, la reglamentación en materia de contaminantes atmosféricos generados por la quema de combustibles fósiles— contribuyeron a una disminución en las emisiones generadas por este sector tanto en Canadá como en Estados Unidos (véase el apartado 2.1.2).

En México, el sector de generación de electricidad dio cuenta de casi 100% del total registrado de emisiones de ácido sulfhídrico (o sulfuro de hidrógeno) al aire, mismas que de 2005 a 2010 aumentaron cerca de 196% (véase la gráfica 7). Una planta de la CFE en Baja California fue

responsable de la mayor parte de este incremento (véase el cuadro 9). Se trata de una instalación de energía geotérmica, y el ácido sulfhídrico es uno de los gases contenidos en el flujo geotérmico. Con su característico olor a huevo podrido, este contaminante, presente de forma natural en el petróleo crudo, el gas natural y los gases volcánicos, es un subproducto de actividades industriales como la refinación de petróleo. Algunas centrales eléctricas en Canadá (sobre todo una de cogeneración ubicada en Sarnia, Ontario) registraron cantidades relativamente bajas de este contaminante, mismo que no está sujeto a registro en el TRI estadounidense.

El sector de fabricación de celulosa, papel y cartón, mayormente ubicado en Canadá y Estados Unidos, dio cuenta de 14% de todas las emisiones al aire registradas en 2010. Este sector registró de 2005 a 2010 una disminución de 19% en sus emisiones al aire (véase el cuadro 28), lo cual comprende reducciones significativas de metanol, el contaminante con mayores volúmenes registrados. Las sustancias que normalmente se liberan al aire durante los procesos de obtención de pulpa de madera y de blanqueamiento para la elaboración de pasta de papel, como el metanol y el amoniaco, han sido objeto de controles reglamentarios en ambos países (véase el capítulo 3). El metanol, compuesto orgánico volátil (COV), puede contribuir a la formación de neblumo fotoquímico cuando reacciona con otras sustancias orgánicas volátiles

en la atmósfera. Además de utilizarse en la producción de formaldehído y otras sustancias químicas, como solventes o anticongelante, el metanol está presente en otros productos.

En el cuadro 10 puede apreciarse que el amoníaco representó aproximadamente 88% del total de emisiones al aire anuales registradas por la industria dedicada a la fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos. La mayoría de las plantas industriales de este sector que presentan informes se localizan en Estados Unidos. Las emisiones de amoníaco al aire se relacionan con numerosos efectos en la salud y el medio ambiente, entre los que se incluyen enfermedades respiratorias, daños a la vegetación y la formación de lluvia ácida. Este sector industrial también registró un aumento de 20% en las emisiones al aire de ácido fluorhídrico, producto secundario generado durante la fabricación de fertilizantes fosfatados.

Como ya se mencionó, de los veinte contaminantes con mayores registros de emisiones al aire entre 2005 y 2010, sólo el acetaldehído, el formaldehído y el estireno son comunes a los tres sistemas RETC de América del Norte. Estas tres sustancias se clasifican como carcinógenos conocidos o presuntos.

El cuadro 11 proporciona información acerca de los sectores industriales en cada país que registraron la mayor cantidad de emisiones al aire de estos tres contaminantes, y muestra los cambios observados en el periodo 2005-2010. Asimismo, revela similitudes y diferencias: por ejemplo, tanto en Canadá como en Estados Unidos las mayores emisiones al aire de acetaldehído correspondieron al sector de fabricación de celulosa, papel y cartón, si bien estas emisiones se redujeron

entre 2005 y 2010. En México, por su parte, fue la industria de fabricación de resinas y hules sintéticos la que registró las mayores emisiones al aire de este contaminante. Cantidades traza de acetaldehído llegan a generarse fortuitamente durante el proceso químico de fabricación de celulosa, papel y cartón para obtener pulpa, y luego pueden liberarse al aire. El acetaldehído se utiliza en la síntesis de otras sustancias químicas (resinas, por ejemplo) y se genera como producto secundario de la combustión incompleta, la refinación de carbón y el procesamiento de desechos.

En Canadá y Estados Unidos, la industria de fabricación de laminados y aglutinados de madera registró los mayores volúmenes de emisiones al aire de formaldehídos, mismas que disminuyeron entre 2005 y 2010. En México, en cambio, el sector de generación de electricidad fue el que registró más emisiones al aire de este contaminante, con un incremento de 107% en el periodo. El formaldehído se utiliza en resinas y pegamentos de urea-formaldehído que se usan a veces en la fabricación de chapas de madera; como conservador en algunos alimentos, y en productos de uso doméstico entre los que se incluyen anti-sépticos y cosméticos. Esta sustancia también se forma a partir de la quema de combustibles fósiles y otros materiales.

Por cuanto al estireno, el sector de fabricación de productos de plástico fue responsable de la mayor proporción de las emisiones totales al aire de la sustancia en los tres países, con los volúmenes más altos atribuibles a las plantas estadounidenses. En México, estas emisiones, generadas principalmente por una planta en Nuevo León que se incorporó al RETC en 2008, registraron un muy notable incremento; por

Cuadro 11. Sectores industriales que registraron las mayores emisiones al aire de contaminantes comunes al NPRI, el TRI y el RETC, 2005-2010

Contaminante	RETC	Sectores que registraron mayores emisiones, 2005	Emisiones al aire, 2005 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Acetaldehído	NPRI canadiense	Fabricación de pulpa, papel y cartón	595,841	-35
	RETC mexicano	Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas	19,260	-56
	TRI estadounidense	Fabricación de pulpa, papel y cartón	3,462,118	-32
	<b>Total acetaldehído, principales sectores</b>		<b>4,077,219</b>	
Formaldehído	NPRI canadiense	Fabricación de laminados y aglutinados de madera	1,734,235	-62
	RETC mexicano	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	76,140	107
	TRI estadounidense	Fabricación de laminados y aglutinados de madera	1,996,911	-70
<b>Total formaldehído, principales sectores</b>		<b>3,807,286</b>		
Estireno	NPRI canadiense	Fabricación de productos de plástico	1,995,760	-62
	RETC mexicano	Fabricación de productos de plástico	33,281	1,153
	TRI estadounidense	Fabricación de productos de plástico	11,703,435	-54
	<b>Total estireno, principales sectores</b>		<b>13,732,476</b>	

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

su parte, los fabricantes de productos de plástico en Canadá y Estados Unidos registraron reducciones considerables en este tipo de emisiones entre 2005 y 2010. El estireno se utiliza sobre todo en la producción de plásticos y resinas de poliestireno.

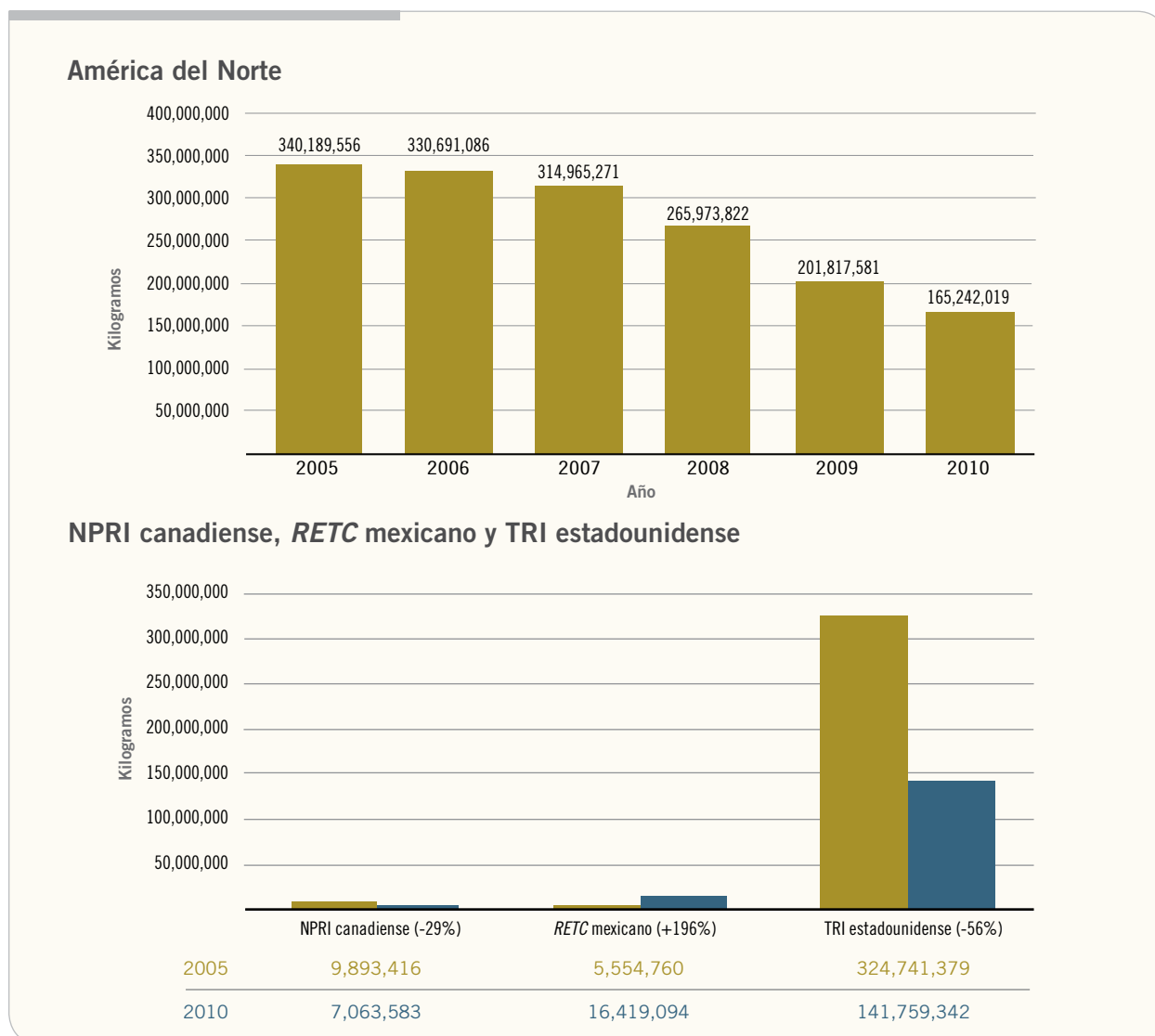
### 2.1.2 A destacar: emisiones al aire provenientes del sector de generación de electricidad, 2005-2010

La importante reducción en las emisiones al aire registradas en América del Norte entre 2005 y 2010 se debió principalmente a las plantas de generación de electricidad, que registraron una disminución de 51% en estas emisiones. La gráfica 8 ilustra este decremento y también muestra

diferencias significativas entre los tres países. Por ejemplo, las centrales eléctricas en Estados Unidos —responsables de la mayor parte de las emisiones al aire generadas por este sector entre 2005 y 2010— registraron la reducción más pronunciada. A diferencia de Canadá y Estados Unidos, en México se observaron incrementos en las emisiones al aire registradas por este sector a lo largo del periodo.

El perfil de la generación de electricidad en cada país es único, ya que implica diferentes tecnologías y combustibles; por ejemplo, cerca de 60% de la electricidad en Canadá se genera a partir de hidroelectricidad, mientras que en Estados Unidos y México predomina el consumo de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural. Las plantas

Gráfica 8. Emisiones al aire registradas por plantas de generación de electricidad en América del Norte, 2005-2010



de electricidad a base de combustibles fósiles se encuentran entre los principales emisores de contaminantes atmosféricos de importancia como gases de efecto invernadero, partículas de materia y mercurio.<sup>14</sup> Los cuadros 12a y 12b presentan los contaminantes emitidos al aire registrados por centrales eléctricas en América del Norte entre 2005 y 2010. Los contaminantes del cuadro 12a constituyen las sustancias con registros de volúmenes de emisión más elevados, mientras que los que aparecen en el cuadro 12b pertenecen a cuando menos una de las cuatro categorías

de contaminantes mencionadas (carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, STPB y metales) y se presentan con sus correspondientes índices de potencial de equivalencia tóxica (PET) (en este caso, más altos para riesgos no cancerígenos). Los índices PET dan indicio del potencial tóxico de estos contaminantes, que dieron cuenta de menos de 1% del volumen total de emisiones al aire tanto en 2005 como en 2010, aunque representaron casi 100% de la carga al aire de sustancias tóxicas asociadas con repercusiones en la salud.

Cuadro 12a. Emisiones al aire registradas por el sector de generación de electricidad en América del Norte: principales contaminantes por volumen, 2005 y 2010

Contaminante	Emisiones al aire, 2005 (kg)	Emisiones al aire, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Ácido clorhídrico (CA, EU)	237,819,753	77,951,337	-67
Ácido sulfúrico (CA, EU)	60,596,971	48,342,390	-20
Ácido fluorhídrico (CA, EU)	29,645,060	15,335,709	-48
Acido sulfhídrico (CA, MX)	5,474,617	16,254,130	197
Amoníaco total (CA, EU)	2,456,634	4,576,201	86
Bario y compuestos (EU)	795,843	623,686	-22
Zinc y compuestos (CA, EU)	671,614	353,473	-47
Vanadio y compuestos (CA, EU)	484,836	109,482	-77
Aluminio (humo o polvo) (CA, EU)	343,950	342,830	0
Níquel y compuestos (CA, EU, MX)	291,829	114,227	-61
<b>Total, diez principales contaminantes emitidos al aire por este sector</b>	<b>338,581,106</b>	<b>164,003,465</b>	
<b>Total, todos los contaminantes emitidos al aire por este sector</b>	<b>340,189,556</b>	<b>165,242,019</b>	
<b>Proporción (%), diez principales contaminantes respecto del total de emisiones al aire generadas por este sector</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Cuadro 12b. Emisiones al aire registradas por el sector de generación de electricidad en América del Norte: principales contaminantes por índice PET, 2005 y 2010

Carcinógeno conocido o presunto, sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción, metal o sustancia tóxica persistente y bioacumulable (STPB)	Emisiones al aire, 2005 (kg)	Emisiones al aire, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Índice de riesgos cancerígenos (PET) para emisiones al aire, 2010	Índice de riesgos cancerígenos (PET) para emisiones al aire, 2010
Mercurio y compuestos (CA, EU, MX)	45,832	31,736	-31	–	444,300,261,677
Dioxinas y furanos (CA, EU, MX)	0.5663	0.4341	-37	520,945,141	382,026,436,811
Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	82,833	47,437	-43	1,328,237	27,513,488,365
Talio (y compuestos) (EU)	2,671	1,555	-42	–	18,656,308,636
Arsénico (y compuestos) (CA, EU, MX)	43,382	29,970	-31	479,526,627	2,517,514,790
Cobre y compuestos (CA, EU)	87,346	57,237	-34	–	744,083,885
Cadmio (y compuestos) (CA, EU, MX)	212	209	-1	5,437,331	397,343,396
Níquel y compuestos (CA, EU, MX)	291,829	114,227	-61	319,836	365,527,295
Cobalto y compuestos (CA, EU)	15,582	9,980	-36	–	309,388,529
Cromo y compuestos (CA, EU, MX)	74,032	57,916	-22	7,529,040	179,538,645
<b>Total, diez principales contaminantes emitidos al aire por este sector</b>	<b>643,719</b>	<b>350,268</b>		<b>1,015,086,212</b>	<b>877,009,892,030</b>
<b>Total, todos los contaminantes emitidos al aire por este sector</b>	<b>340,189,556</b>	<b>165,242,019</b>		<b>1,016,650,145</b>	<b>877,879,947,256</b>
<b>Proporción (%), diez principales contaminantes respecto del total de emisiones al aire generadas por este sector</b>	<b>0.19</b>	<b>0.21</b>		<b>99</b>	<b>99</b>

Nota: El símbolo “–” en lugar de un valor para el índice de riesgos cancerígenos (PET) significa que el contaminante tiene una calificación de 0 o bien que no ha sido evaluado. Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

14. CCA (2011), *Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.

En los últimos diez años, el panorama energético en América del Norte ha cambiado: las plantas de generación eléctrica a base de combustibles fósiles se han visto afectadas por nueva disposiciones en materia ambiental y los crecientes costos de los combustibles.

En Canadá, la reglamentación ambiental de alcance provincial en vigor aplicable a contaminantes atmosféricos de criterio y gases de efecto invernadero ha desempeñado, junto con las Normas Pancanadienses (*Canada-wide Standards*, CWS) para emisiones de mercurio, un papel preponderante en la reducción de las emisiones al aire procedentes de las centrales eléctricas. El plan de eliminación gradual de carbón en curso en la provincia de Ontario, cuyo objetivo es eliminar el uso de este material en sus plantas de generación de electricidad para 2014, también ha tenido un gran impacto. La mayoría de las plantas generadoras de electricidad de caldeo por carbón de Ontario ya fueron clausuradas o están en ese proceso, y se está considerando convertir las plantas restantes a otras fuentes de combustible (por ejemplo, biomasa y gas natural). En apego al nuevo Reglamento sobre Reducción de Emisiones de Dióxido de Carbono del Sector de Generación de Electricidad a Base de Carbón (*Reduction of Carbon Dioxide Emissions from Coal-fired Generation of Electricity Regulations*), de alcance federal, todas las instalaciones canadienses que consumen carbón estarán obligadas, al término de su vida útil, a reducir sus emisiones mediante la instalación de tecnología de captación y almacenamiento de carbono, la conversión a fuentes de combustible de menor emisividad o el cierre de sus operaciones. Se calcula que para 2035 quedará eliminada aproximadamente la mitad de la generación de electricidad a base de carbón.<sup>15</sup>

En Estados Unidos, la Ley de Aire Limpio (*Clean Air Act*, CAA) y las Normas Nacionales sobre Emisión de Contaminantes Atmosféricos Peligrosos (*National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants*, NESHAP), que establecen límites para las emisiones de 183 contaminantes, han motivado a numerosas plantas generadoras de electricidad a base de combustibles fósiles a instalar tecnologías para el control de la contaminación u optar por otras fuentes de combustible. Ello se ha traducido en considerables reducciones en las emisiones al aire de contaminantes como ácido clorhídrico y ácido sulfúrico, cuyos volúmenes son los más altos registrados dentro del sector de generación de electricidad a base de combustibles fósiles en el país. En 2011, con miras a reducir la contaminación atmosférica por mercurio y otras sustancias tóxicas provenientes de plantas de generación eléctrica a base de carbón y combustóleo, la Agencia

de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) de Estados Unidos concluyó las Normas sobre Mercurio y Sustancias Tóxicas en Aire (*Mercury and Air Toxics Standards*, MATS).<sup>16</sup>

En México, el sector de generación de energía eléctrica está regulado por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y por el Reglamento de LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (RPCCA), y ha de apearse a los límites máximos aceptables para emisiones al aire y el agua, así como para la disposición de desechos sólidos y peligrosos, establecidos en las correspondientes normas oficiales mexicanas (NOM). El RPCCA obliga a las centrales eléctricas a obtener permisos de operación que indiquen detalles sobre las actividades de monitoreo y toma de muestras regulares para contaminantes atmosféricos específicos, así como sobre el equipo y las condiciones conducentes a prevenir y controlar la contaminación atmosférica, entre otras.

Los mapas de la gráfica 9 muestran la reducción en la intensidad de las emisiones a la atmósfera registradas por plantas de generación de electricidad en América del Norte entre 2005 y 2010. En 2005, 703 centrales eléctricas registraron emisiones al aire en la región (44 en Canadá, 646 en Estados Unidos y 13 en México); en 2010, el total fue de 685 plantas: 53 en Canadá, 610 en Estados Unidos y 22 en México.

## 2.2 Emisiones al agua registradas, 2005-2010

Las emisiones al agua representaron 4% del total de emisiones y transferencias registradas en 2010. Ese año, las plantas industriales de América del Norte registraron emisiones por 221,806,836 kg en esta categoría, lo que equivale a una disminución de 5% respecto de los niveles de 2005.

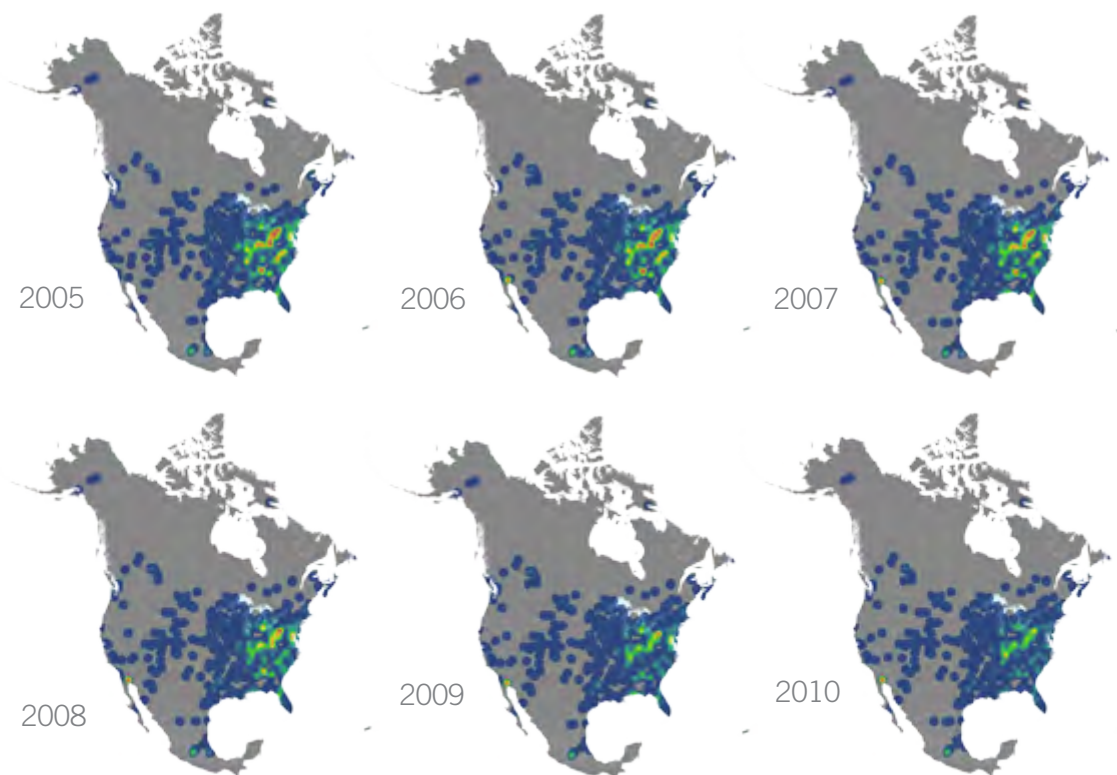
El cuadro 13 presenta las emisiones al agua registradas anualmente por plantas industriales de América del Norte entre 2005 y 2010.

Del total de emisiones al agua registradas en 2005, Canadá y Estados Unidos dieron cuenta, cada uno, de más de 49%, en tanto que las plantas industriales en México fueron responsables de menos de uno por ciento. Para 2010, el porcentaje registrado en Canadá se había incrementado a casi 54% del total, mientras que el informado por Estados Unidos había bajado a poco más de 46 por ciento. Es importante tener en cuenta, respecto de las emisiones al agua, que uno de los sectores clave incluidos en el sistema RETC canadiense —las

15. Environment Canada (2012), "Reduction of carbon dioxide emissions from coal-fired generation of electricity regulations (SOR/2012-167)", disponible en: <[www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/eng/regulations/detailreg.cfm?intReg=209](http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/eng/regulations/detailreg.cfm?intReg=209)>. Government of Ontario (2013), "Ending Coal for Cleaner Air Act, 2013", disponible en: <[www.ebr.gov.on.ca/ERS-WEB-External/displaynoticecontent](http://www.ebr.gov.on.ca/ERS-WEB-External/displaynoticecontent)>.

16. EPA (2011), "Mercury and Air Toxics Standards (MATS)", disponible en: <[www.epa.gov/mats/basic.html](http://www.epa.gov/mats/basic.html)>.

Gráfica 9. Distribución de emisiones al aire registradas por plantas de generación de electricidad en América del Norte, por año, 2005-2010



*Nota:* Los datos empleados para generar estos mapas excluyen las emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) y gases de efecto invernadero (GEI) registradas en Canadá y México, que no se incluyen en *En balance* debido a las diferencias en los requisitos de registro entre los tres programas RETC nacionales. Cabe mencionar que estas diferencias afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Cuadro 13. Emisiones al agua registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010

RETC	Emisiones al agua, 2005 (kg)	Emisiones al agua, 2006 (kg)	Emisiones al agua, 2007 (kg)	Emisiones al agua, 2008 (kg)	Emisiones al agua, 2009 (kg)	Emisiones al agua, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Número de contaminantes registrados	
								2005	2010
NPRI canadiense	116,942,451	114,787,399	117,849,702	123,617,457	119,281,087	119,144,134	2	85	87
RETC mexicano	171,752	442,353	544,461	2,224,441	255,694	140,153	-18	16	14
TRI estadounidense	116,889,567	114,758,518	109,661,271	113,344,183	94,338,147	102,522,550	-12	249	210
<b>Total, América del Norte</b>	<b>234,003,770</b>	<b>229,988,270</b>	<b>228,055,434</b>	<b>239,186,081</b>	<b>213,874,929</b>	<b>221,806,836</b>	<b>-5</b>	<b>276</b>	<b>247</b>

*Nota:* Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

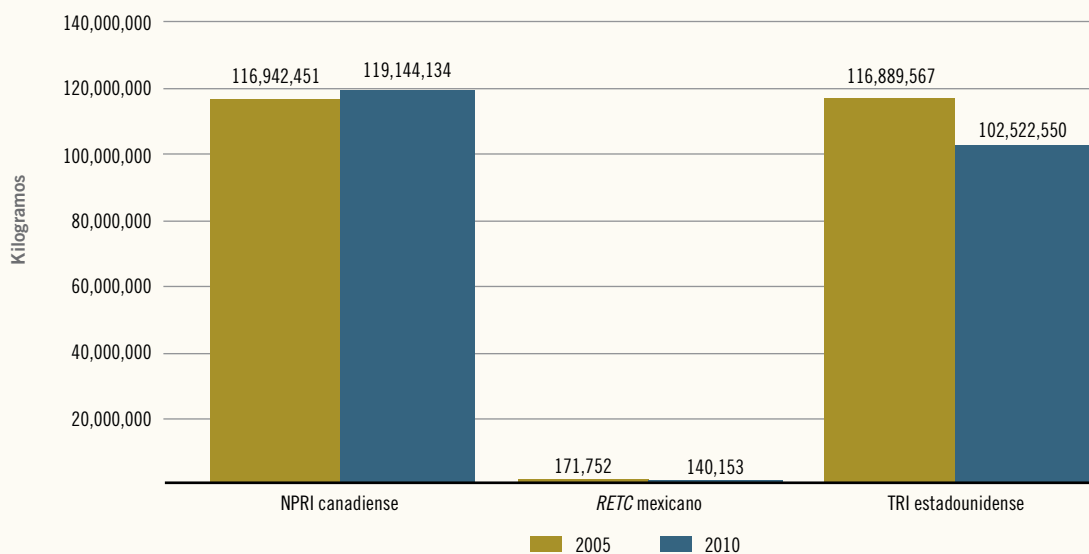
plantas de tratamiento de agua y aguas residuales de propiedad pública— no está sujeto a registro en el TRI estadounidense. Como se muestra más adelante, esta diferencia en los requisitos de registro entre los programas RETC nacionales repercute claramente en el panorama de las emisiones industriales al agua en América del Norte.

La gráfica 10 ilustra las emisiones al agua registradas en cada país en 2005 y 2010, lo que revela la notoria diferencia en el porcentaje registrado por plantas mexicanas en comparación con las de Canadá y Estados Unidos.

El volumen de emisiones al agua que los establecimientos mexicanos registraron en 2010 se mantuvo en un nivel muy parecido al de 2005 (aunque se observan fluctuaciones de gran magnitud en los volúmenes registrados en los años intermedios; véase el cuadro 13). Una razón que explica los volúmenes relativamente bajos registrados por la industria en México es que, de los veinte contaminantes con mayores volúmenes de emisión al agua que listan en el cuadro de la gráfica 10, sólo seis están sujetos a registro en el RETC. Esta gráfica revela también que esos veinte principales contaminantes dieron cuenta de más de 99% del total de emisiones



Gráfica 10. Emisiones al agua registradas en Canadá, Estados Unidos y México, y contaminantes con los mayores volúmenes registrados, 2005 y 2010



Contaminante	Emisiones al agua, 2005 (kg)	Emisiones al agua, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Ácido nítrico y compuestos nitrados (CA, EU)	156,090,931	152,163,831	-3
Amoniaco total (CA, EU)	55,392,953	50,658,575	-9
Fósforo total (CA)	7,016,983	5,548,071	-21
Manganeso y compuestos (CA, EU)	4,268,432	3,798,677	-11
Metanol (CA, EU)	3,964,939	3,158,471	-20
Nitrito sódico (CA, EU)	1,569,366	626,810	-60
Etilén glicol (CA, EU)	819,066	955,498	17
Zinc y compuestos (CA, EU)	778,545	918,020	18
Bario y compuestos (EU)	521,014	598,194	15
Cloro (CA, EU)	513,630	249,478	-51
Cobre y compuestos (CA, EU)	295,308	446,874	51
Formaldehído (CA, EU, MX)	208,093	122,103	-41
Vanadio y compuestos (CA, EU)	204,806	216,104	6
Níquel y compuestos (CA, EU, MX)	201,061	171,722	-15
Acetaldehído (CA, EU, MX)	182,652	174,523	-4
Ácido fórmico (CA, EU)	138,252	229,773	66
Arsénico y compuestos (CA, EU, MX)	129,217	129,375	0
Fenol (CA, EU, MX)	125,890	67,372	-46
Benceno (CA, EU, MX)	114,416	127,501	11
Azufre reducido total (CA)	-	208,448	99*
<b>Total, veinte principales contaminantes</b>	<b>232,535,554</b>	<b>220,360,972</b>	
<b>Total, todos los contaminantes emitidos al agua</b>	<b>234,003,770</b>	<b>221,806,836</b>	
<b>Proporción (%), veinte principales contaminantes respecto del total de emisiones al agua</b>	<b>99.4</b>	<b>99.3</b>	

\* Variación porcentual calculada a partir de 2007 (primer año de registro del azufre reducido total en Canadá).

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan al panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

al agua registradas en 2005 y 2010, dos de los cuales —ácido nítrico (y compuestos nitrados) y amoníaco— representaron aproximadamente 91% del total.

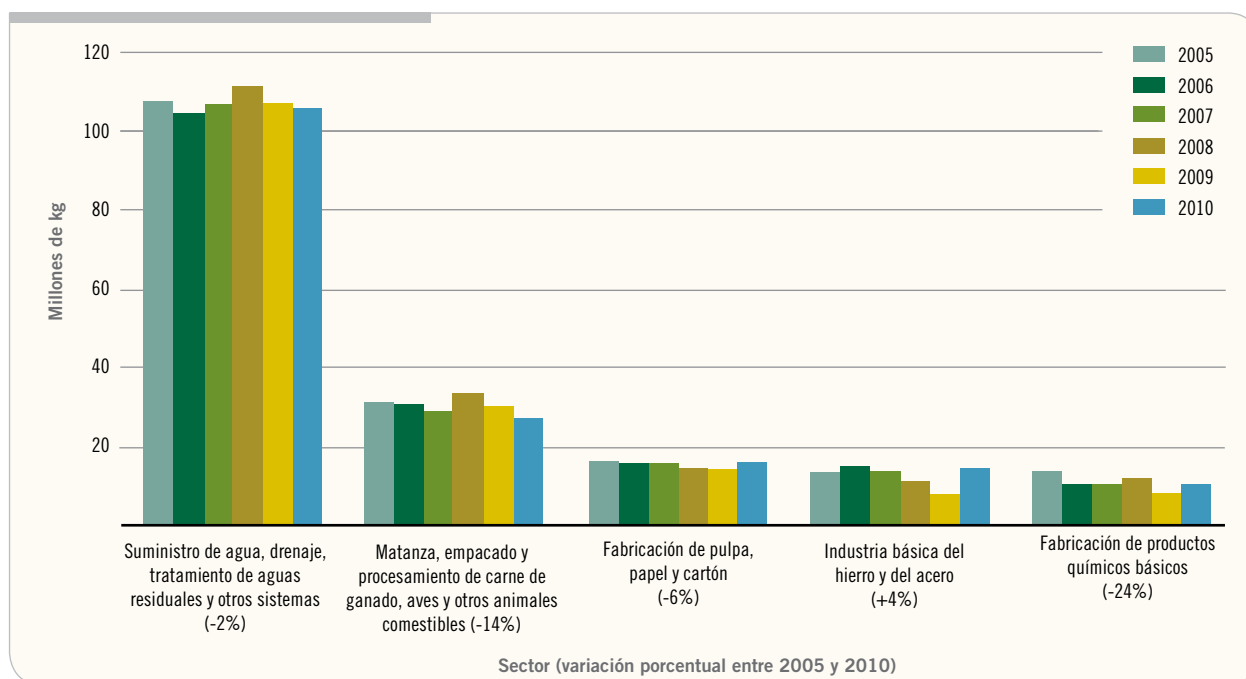
### 2.2.1 Sectores que registraron las mayores emisiones al agua en América del Norte, 2005-2010

Los cinco sectores industriales de América del Norte que registraron los mayores volúmenes de emisiones totales al agua entre 2005 y 2010 se muestran en la gráfica 11. Estos sectores fueron responsables de la emisión de 173,187,048 kg (78% del total de emisiones al agua registradas por todos los sectores en 2010). El sector de suministro de agua, drenaje, tratamiento de aguas residuales y otros sistemas registró por sí solo casi 48% del total.

Como se mencionó, los datos correspondientes a las emisiones al agua registradas por las industrias de América del Norte reflejan diferencias clave en los requisitos de registro entre los RETC nacionales, sobre todo para las plantas de tratamiento de agua y aguas residuales de propiedad pública. Estas diferencias se ilustran en la gráfica 12, que presenta los sectores industriales con mayores emisiones al agua registradas entre 2005 y 2010 en cada país.

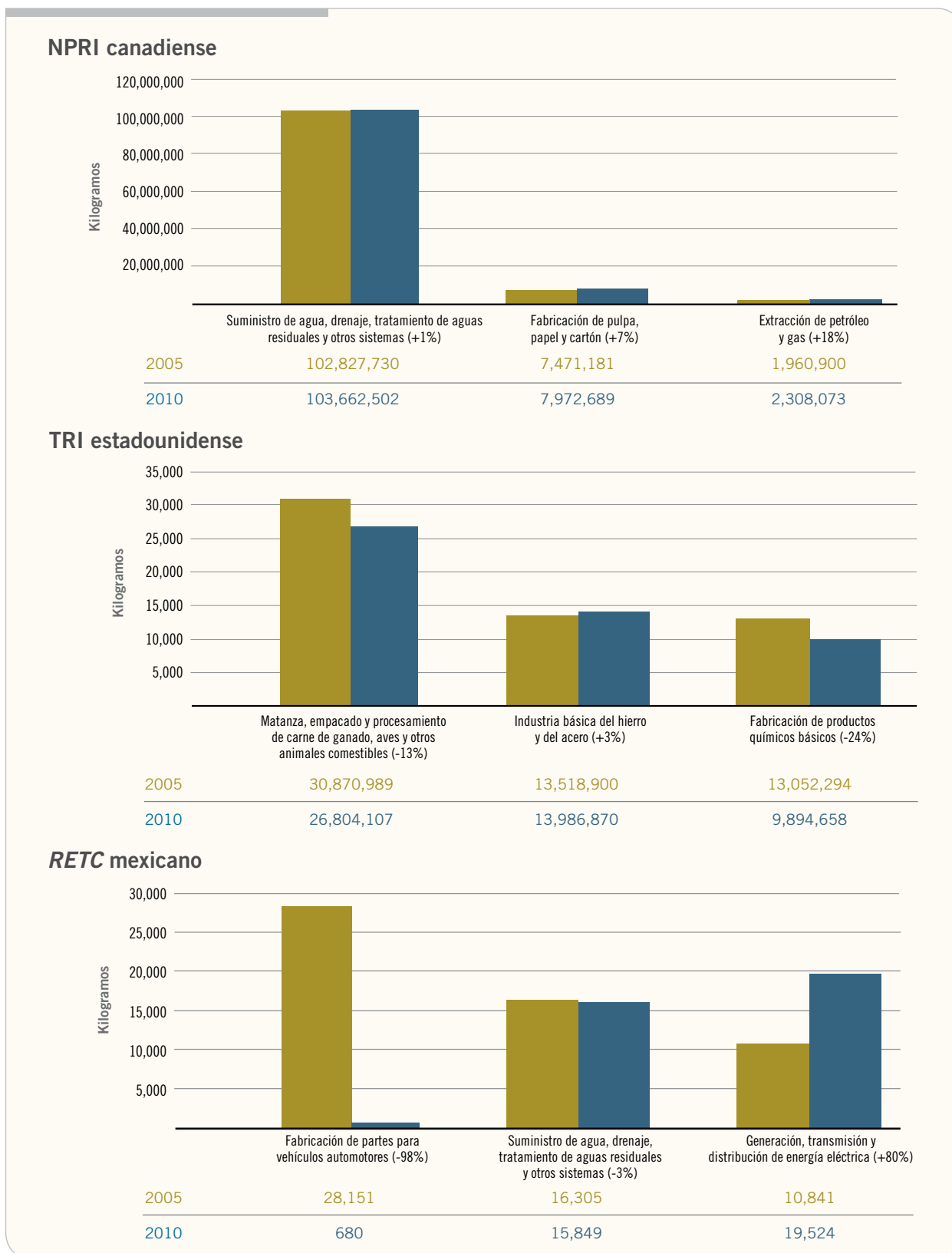
La gráfica 12 muestra que casi todas las emisiones al agua provenientes del sector de suministro de agua, drenaje, tratamiento de aguas residuales y otros sistemas fueron declaradas por instalaciones en Canadá. En 2010, 176 de los 3,700 establecimientos canadienses de este sector (principalmente plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en las zonas metropolitanas de mayor tamaño) registraron más de 103 millones de kg en emisiones al agua, o 98% del total proveniente de este sector en América del Norte. En México, trece plantas industriales pertenecientes al sector (de propiedad privada la mayoría) informaron acerca de emisiones al agua en 2010, en tanto que en Estados Unidos fueron cinco las plantas de tratamiento de agua y aguas residuales que registraron ese año emisiones al agua por casi dos millones de kg, la mayor parte correspondiente a una sola planta perteneciente a una procesadora de carne. Cabe observar que en Estados Unidos las plantas de tratamiento de agua y aguas residuales municipales y estatales (conocidas también como plantas de tratamiento de propiedad pública o PTPP; en inglés: *publicly owned treatment works, POTW*) no están sujetas a registro en el TRI. En México, aunque todos los establecimientos que descargan aguas residuales en cuerpos de agua nacionales están sujetos a registro en el RETC, pocas plantas presentaron información en el periodo 2005-2010. Se

Gráfica 11. Sectores industriales con las mayores emisiones al agua registradas en América del Norte, 2005-2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Gráfica 12. Sectores industriales que registraron los volúmenes más elevados de emisiones al agua en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

calcula que en Estados Unidos existen 16,000 PTPP, así como 1,600 plantas de tratamiento de aguas residuales de propiedad pública en México.<sup>17</sup> Con base en los datos registrados por este tipo de instalaciones en Canadá, podría esperarse un incremento considerable en los datos correspondientes a emisiones al agua si los establecimientos pertenecientes a este sector presentaran informes en los tres países.

La industria dedicada a la matanza, empaclado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles ocupó el segundo lugar entre los sectores con mayores emisiones al agua en América del Norte, como puede apreciarse en la gráfica 12, donde también se muestra que la mayor parte de estas emisiones correspondió a Estados Unidos. En 2010, aproximadamente unas cien plantas estadounidenses de esta industria registraron emisiones al agua, muchas de ellas con disminuciones a lo largo del periodo 2005-2010. Este sector está sujeto a registro en los respectivos sistemas RETC de Canadá y Estados Unidos; en México, en cambio, la mayoría de los establecimientos del sector se encuentran bajo jurisdicción estatal o no cumplen con los requisitos federales de registro en materia de descargas en cuerpos de agua nacionales.

La gráfica 12 muestra también cambios evidentes en las emisiones al agua registradas por algunos de los principales sectores incluidos en el *RETC* de México; por ejemplo, una reducción de 98% de la industria de fabricación de partes para vehículos automotores (con emisiones al agua registradas por cerca de cien plantas en 2005, aunque sólo 25 establecimientos del sector registraron esta clase de emisiones en 2010). El aumento de 80% registrado por el sector mexicano de generación de electricidad puede atribuirse principalmente a una planta privada en Tamaulipas que registró cerca de 59% del total de emisiones al agua de esta industria en 2010, pero no informó en 2005. Aun cuando el número de contaminantes sujeto a registro en México es menor que en los sistemas de Canadá y Estados Unidos, bien podría esperarse un mayor registro de emisiones al agua en el país porque —como ya se señaló— cualquier planta que descargue en cuerpos de agua nacionales debe informar al *RETC*.

El cuadro 14 presenta los principales contaminantes descargados en el agua por los cinco principales sectores de América del Norte que, en conjunto, dieron cuenta de 78% del total de emisiones al agua en 2010.

Cuadro 14. Sectores industriales que registraron las mayores emisiones al agua y principales contaminantes registrados en América del Norte, 2005 y 2010

Sector industrial (código SCIAN-4)	Emisiones al agua, 2010 (kg)	Contaminante	Emisiones al agua, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	NPRI canadiense (%)	RETC mexicano (%)	TRI estadounidense (%)
Suministro de agua, drenaje, tratamiento de aguas residuales y otros sistemas (2213)	105,776,036	Ácido nítrico/compuestos nitrados (CA, EU)	57,151,544	10	96	–	4
		Amoniaco total (CA, EU)	43,707,196	-12	100	–	0
		Fósforo total (CA)	4,297,181	-11	100	–	–
Matanza, empaclado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales (3116)	27,227,048	Ácido nítrico/compuestos nitrados (CA, EU)	27,139,413	-14	1	–	99
		Amoniaco total (CA, EU)	43,134	4	51	–	49
		Cloro (CA, EU)	34,643	2,576	–	–	100
Fabricación de pulpa, papel y cartón (3221)	15,683,803	Ácido nítrico/compuestos nitrados (CA, EU)	4,629,247	-6	37	–	63
		Amoniaco total (CA, EU)	4,105,726	58	83	–	17
		Manganeso y compuestos (CA, EU)	2,952,440	-9	35	–	65
Industria básica del hierro y del acero (3311)	14,236,669	Ácido nítrico/compuestos nitrados (CA, EU)	13,378,193	7	0	–	100
		Nitrito sodico (CA, EU)	354,361	-53	0	–	100
		Amoniaco total (CA, EU)	148,131	7	63	–	37
Fabricación de productos químicos básicos (3251)	10,263,491	Ácido nítrico/compuestos nitrados (CA, EU)	8,747,811	-25	3	–	97
		Amoniaco total (CA, EU)	537,280	18	3	–	97
		Manganeso y compuestos (CA, EU)	199,007	-48	7	–	93
<b>Total, cinco principales sectores</b>	<b>173,187,048</b>	<b>Total, principales contaminantes</b>	<b>167,425,308</b>				
<b>Proporción (%), cinco principales sectores respecto del total de emisiones al agua</b>	<b>78</b>						

Nota: El símbolo “–” significa que no se tiene registro del contaminante.

Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

17. CCA (2011), *En balance: Emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte* 13, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.

Las plantas de tratamiento de agua y aguas residuales manejan contaminantes generados por una amplia gama de fuentes residenciales, comerciales e industriales. El sector al que pertenecen —suministro de agua, drenaje, tratamiento de aguas residuales y otros sistemas— dio cuenta de los volúmenes más elevados de emisiones al agua de ácido nítrico y compuestos nitrados, con un aumento en las emisiones registradas entre 2005 y 2010. Asimismo, registró volúmenes elevados de amoníaco y fósforo (cuyas emisiones al agua disminuyeron a lo largo de este periodo). Cabe subrayar que el fósforo total (una medida de todas las formas de fósforo encontradas en una muestra) está sujeto a registro únicamente en el NPRI canadiense. Con frecuencia estos contaminantes son resultado de materia orgánica, fertilizantes y otros contaminantes presentes en el flujo de desechos que, cuando se descargan en cuerpos de agua, pueden generar un aumento de nutrientes, una de las principales causas de eutrofización excesiva (aceleramiento del proceso natural de envejecimiento de los sistemas acuáticos). La eutrofización, a su vez, contribuye a la creación de áreas (conocidas como “zonas muertas”) en las que se agota el oxígeno, lo que ocasiona la muerte de peces y otros organismos acuáticos.<sup>18</sup>

El ácido nítrico y los compuestos nitrados fueron, junto con el amoníaco, los principales contaminantes registrados en cada uno de los sectores industriales incluidos en el cuadro 14. Entre estas industrias figura la de matanza, empaqueo y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles de Estados Unidos, que registró decrementos entre 2005 y 2010. Los nitratos se asocian a procesos como el empaqueo y preparación de carne de la industria alimentaria. Las emisiones de cloro al agua registradas por este sector aumentaron en más de 2,500% debido principalmente a una planta ubicada en Kentucky. En Canadá, un total de cinco plantas dedicadas a la matanza, empaqueo y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles registraron en este periodo emisiones al agua por aproximadamente 732,000 kg en 2005 y 422,000 kg en 2010.

La industria de fabricación de productos químicos básicos, principalmente en Estados Unidos, observó disminuciones considerables en las emisiones al agua de ácido nítrico y compuestos nitrados registradas. Dos empresas fabricantes de sustancias químicas —BASF Corporation, en Texas, que fabrica dispersiones acrílicas y de estireno utilizadas como ligantes en recubrimientos y adhesivos, y la planta Belle de Dupont, en Virginia Occidental, que fabrica sustancias químicas para tintes, perfumes y suavizantes de tela, entre otros productos— registraron reducciones considerables en las emisiones al agua de estos compuestos.

Entre 2005 y 2010 las emisiones al agua de nitratos y de manganeso y sus compuestos generadas por la industria de

18. *Idem.*

fabricación de celulosa, papel y cartón en Canadá y Estados Unidos disminuyeron, a diferencia de las emisiones de amoníaco, que se incrementaron en 58 por ciento. El amoníaco llega a liberarse como resultado del tratamiento de aguas residuales en fábricas de celulosa y papel. Varios metales, entre los que se incluyen compuestos de manganeso, están presentes en los combustibles que alimentan las calderas de las plantas, además de generarse de los distintos procesos a los que se somete la madera para la fabricación de celulosa y papel (véase el capítulo 3).

La industria básica del hierro y del acero en Estados Unidos registró en este mismo periodo una disminución de 53% en las emisiones al agua de nitrato de sodio. Las emisiones al agua de todos los contaminantes registrados por este sector en Estados Unidos aumentaron ligeramente entre 2005 y 2010, aunque sólo cinco de las cien plantas registraron emisiones de nitrato de sodio en 2005 y únicamente un establecimiento presentó registro en 2010. Además de ser un eficaz anticorrosivo, el nitrato de sodio se utiliza con frecuencia como agente de limpieza y desengrasante de metales.

De los veinte principales contaminantes emitidos al agua registrados entre 2005 y 2010 (véase la gráfica 10), únicamente seis están sujetos a registro en los tres programas RETC: fenol, acetaldehído, benceno, formaldehído, y níquel y arsénico (y sus respectivos compuestos). En el cuadro 15 se muestran tanto las emisiones al agua de estos seis contaminantes registradas en cada país en 2005, como los sectores que las registraron. Asimismo, pueden observarse similitudes y diferencias entre los tres países en términos de sectores que presentan informes, las cantidades emitidas al agua y la magnitud y dirección de los cambios ocurridos entre 2005 y 2010.

En Canadá y Estados Unidos, por ejemplo, la industria de fabricación de celulosa, papel y cartón registró las mayores emisiones al agua de acetaldehído y formaldehído, las cuales, en términos generales, disminuyeron entre 2005 y 2010. En Estados Unidos, en 2008, se registró un aumento evidente en las emisiones al agua de acetaldehído procedentes de dos plantas. En México, en cambio, no se registraron emisiones al agua de esta sustancia, aunque sí se registraron cantidades relativamente pequeñas de emisiones al agua de formaldehído en la industria de fabricación de automóviles y camiones de dicho país, nada más hasta 2008. Cantidades traza de acetaldehído y formaldehído podrían generarse por casualidad en los procesos de fabricación de celulosa y papel.

Distintos sectores dieron cuenta de los mayores volúmenes de emisiones al agua de arsénico y sus compuestos en cada uno de los tres países, todos con disminuciones en tales

Cuadro 15. Sectores industriales que registraron las mayores emisiones al agua de contaminantes comunes al NPRI, el TRI y el *RETC* en 2005 y variación respecto de 2010

Contaminante	RETC	Sectores que registraron mayores emisiones, 2005	Emisiones al agua, 2005 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Acetaldehído	NPRI canadiense	Fabricación de pulpa, papel y cartón	21,816	-39
	RETC mexicano	–	–	–
	TRI estadounidense	Fabricación de pulpa, papel y cartón	150,683	3
<b>Acetaldehído total, principales sectores</b>			<b>172,499</b>	
Arsénico (y compuestos)	NPRI canadiense	Minería de minerales metálicos	40,935	-96
	RETC mexicano	Fabricación de partes para vehículos automotores	10,355	-100
	TRI estadounidense	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	45,580	-60
<b>Arsénico y compuestos totales, principales sectores</b>			<b>96,870</b>	
Benceno	NPRI canadiense	Extracción de petróleo y gas	107,178	17
	RETC mexicano	–	–	–
	TRI estadounidense	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	3,557	-74
<b>Benceno total, principales sectores</b>			<b>110,735</b>	
Formaldehído	NPRI canadiense	Fabricación de pulpa, papel y cartón	59,182	-41
	RETC mexicano	Fabricación de automóviles y camiones	96	–
	TRI estadounidense	Fabricación de pulpa, papel y cartón	121,509	-43
<b>Formaldehído total, principales sectores</b>			<b>180,787</b>	
Níquel y compuestos	NPRI canadiense	Minería de minerales metálicos	29,807	-64
	RETC mexicano	Fabricación de partes para vehículos automotores	7,635	-97
	TRI estadounidense	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	49,900	-50
<b>Níquel y compuestos totales, principales sectores</b>			<b>87,342</b>	
Fenol	NPRI canadiense	Extracción de petróleo y gas	72,450	-31
	RETC mexicano	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	222	–
	TRI estadounidense	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	28,554	-85
<b>Fenol total, principales sectores</b>			<b>101,226</b>	

Nota: El símbolo “–” significa que no se tiene registro del contaminante.

Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

emisiones de 2005 a 2010. El arsénico es un metal que se encuentra de forma natural en el medio ambiente, sobre todo como impureza de los minerales metálicos. Los compuestos de arsénico se utilizan comúnmente para preservar la madera, como aleaciones metálicas y en plaguicidas.

En cuanto al benceno y al fenol, en Canadá fue la industria de extracción de petróleo y gas la que registró las mayores emisiones al agua, en tanto que en Estados Unidos el primer lugar correspondió al sector de fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón (ello quizá refleja el hecho de que la industria de extracción de petróleo y gas no está sujeta a registro en el TRI estadounidense). En México no se registraron en este periodo emisiones de benceno al agua, pero sí cantidades relativamente bajas de fenol (procedentes del sector de molienda de granos y de semillas y obtención de

aceites y grasas). Componente del petróleo crudo y la gasolina, el benceno es un líquido inflamable que se evapora en el aire y se disuelve en una pequeña proporción en agua; se usa ampliamente en la fabricación de otras sustancias químicas utilizadas en la producción de plásticos, resinas, fibras, lubricantes, etcétera. El fenol se utiliza principalmente en la producción de resinas, nylon y otras fibras sintéticas.

Distintas industrias en cada país registraron las mayores emisiones al agua de níquel y sus compuestos, en los tres casos con una reducción entre 2005 y 2010. Presente en el medio ambiente, el níquel es un metal que liberan a la atmósfera las plantas de generación de electricidad a base de combustibles fósiles y las actividades mineras, así como la forja de aleaciones metálicas para la fabricación de monedas, joyería y baterías, y acero inoxidable, entre otros productos.



### 2.3 Emisiones al aire y el agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB, 2005-2010

Los análisis sobre las emisiones al aire y el agua presentados en los dos apartados anteriores destacan los principales contaminantes, es decir, aquéllos registrados en mayores cantidades por las plantas industriales de América del Norte entre 2005 y 2010. En este apartado se examinan las emisiones al aire y el agua registradas a lo largo del periodo correspondientes a contaminantes que pertenecen a cuando menos una de las siguientes cuatro categorías: carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB). Son varios los contaminantes dentro de estas categorías que se consideran de interés especial por el enorme potencial que tienen de afectar la salud humana y el medio ambiente, aun cuando se emitan en cantidades relativamente pequeñas.

Entre 2005 y 2010, plantas industriales en América del Norte registraron un total de emisiones y transferencias de más de 200 contaminantes que pertenecen a una o más de estas cuatro categorías (véase el cuadro 2). De estas sustancias, sólo 42 son comunes a los tres programas RETC. Algunos de estos contaminantes formaron parte de las sustancias que plantas industriales de la región registraron en mayores volúmenes; muchos otros, no obstante, se registraron en cantidades relativamente pequeñas. Como resultado, estas sustancias probablemente no aparezcan en un cuadro de emisiones “principales”, a pesar de que algunas entrañan riesgos considerables de causar daños cuando se les libera directamente al aire o el agua. Por ello, *En balance* aporta información adicional sobre determinados contaminantes con base en su toxicidad, expresada en valores ponderados en función de sus potenciales de equivalencia tóxica (PET). Este sistema de clasificación de sustancias químicas toma en cuenta tanto la toxicidad de una sustancia dada como su potencial de exposición humana.

---

#### Carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB

Con el propósito de aportar más información sobre los contaminantes incluidos en los RETC, en el informe *En balance* y la base de datos *En balance en línea* éstos se dividen en las siguientes categorías (pudiendo pertenecer los contaminantes registrados en los RETC de América del Norte a una o más de ellas):<sup>19</sup>

- **Carcinógenos conocidos o presuntos**, según las listas del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC), de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y de la Propuesta 65: Ley de Aplicación de la Legislación sobre Agua Potable Segura y Sustancias Tóxicas de California (*Proposition 65, Safe Drinking Water and Toxics Enforcement Act*) del Departamento de Evaluación de Riesgo para la Salud Ambiental de California (*Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHHA*).
- **Sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción**, según la lista de la Propuesta 65 de California. Estas sustancias afectan de manera adversa las capacidades reproductivas y el desarrollo del feto. Entre las sustancias asociadas con efectos adversos en el desarrollo o la reproducción figuran los metales, solventes y algunos plaguicidas. Nuevas clases de generadores de problemas endocrinos se han agregado a esta categoría.
- **Sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB)**. Estos contaminantes presentan propiedades que constituyen una amenaza a largo plazo para el medio ambiente y la salud, aunque se liberen en pequeñas cantidades. Una vez emitidas, las STPB pueden persistir en el medio ambiente durante periodos largos y no se descomponen fácilmente; se transportan en la atmósfera y viajan largas distancias, para terminar en sitios alejados de sus fuentes de emisión; se acumulan en los tejidos de organismos vivos y se introducen en la cadena alimentaria (con lo que aumentan sus niveles de concentración). Además, dado que son tóxicas, afectan la salud humana, la vegetación y la vida silvestre.
- **Metales**, que existen de manera natural, y cuya concentración en el medio ambiente aumenta debido a actividades humanas como la minería o la fundición. La toxicidad de ciertos metales y sus compuestos a menudo depende de la forma que adquieren en el medio ambiente.

La evaluación del posible daño derivado de las emisiones de un contaminante particular a la salud humana o el medio ambiente es tarea compleja, ya que el potencial de una sustancia para causar daño se deriva de diversos factores, como su toxicidad inherente y la naturaleza de la exposición a la misma (por ejemplo, el potencial de riesgo de los asbestos enviados a un relleno sanitario es considerado mucho más bajo que el planteado por los asbestos emitidos a la atmósfera). Sin embargo, los datos RETC, en combinación con información adicional sobre las propiedades químicas y la toxicidad de un contaminante, pueden emplearse como punto de partida para aprender más sobre sus posibles efectos.

---

19. Para consultar información más detallada sobre las referencias a estas categorías de contaminantes, véase el apéndice 1.

## Potencial de equivalencia tóxica

El potencial de equivalencia tóxica (PET) indica el riesgo para la salud humana asociado con la emisión de una unidad del contaminante en comparación con el riesgo derivado de la emisión unitaria de una sustancia de referencia. La sustancia de referencia para carcinógenos es el benceno, en tanto que el tolueno lo es para contaminantes que producen efectos en la salud diferentes del cáncer (por ejemplo, que afectan el desarrollo o la reproducción, o que producen efectos respiratorios agudos). El índice PET representa un sistema de clasificación que toma en cuenta tanto la toxicidad del contaminante como su potencial de exposición humana. Este análisis, empero, resulta limitado en cuanto a que las emisiones no están directamente correlacionadas con exposición real ni con niveles de riesgo concretos. Además, no todas las sustancias químicas tienen asociado un PET (puede no contarse con información sobre su toxicidad o potencial de exposición). Aun si ciertos contaminantes no están clasificados por su PET, no debe suponerse que no implican riesgos.

Los PET empleados en *En balance* son una de las muchas herramientas de clasificación —cada cual sustentada con una serie de supuestos— y pueden, por ello, generar resultados diferentes. *En balance* presenta calificaciones PET para las emisiones atmosféricas y en aguas superficiales de carcinógenos conocidos o presuntos, así como de otras sustancias que pueden tener efectos no cancerígenos en la salud. El volumen de emisiones se multiplica por el PET asignado a cada sustancia y los resultados permiten clasificar los contaminantes. Para mayores detalles, consúltese el apéndice 1.

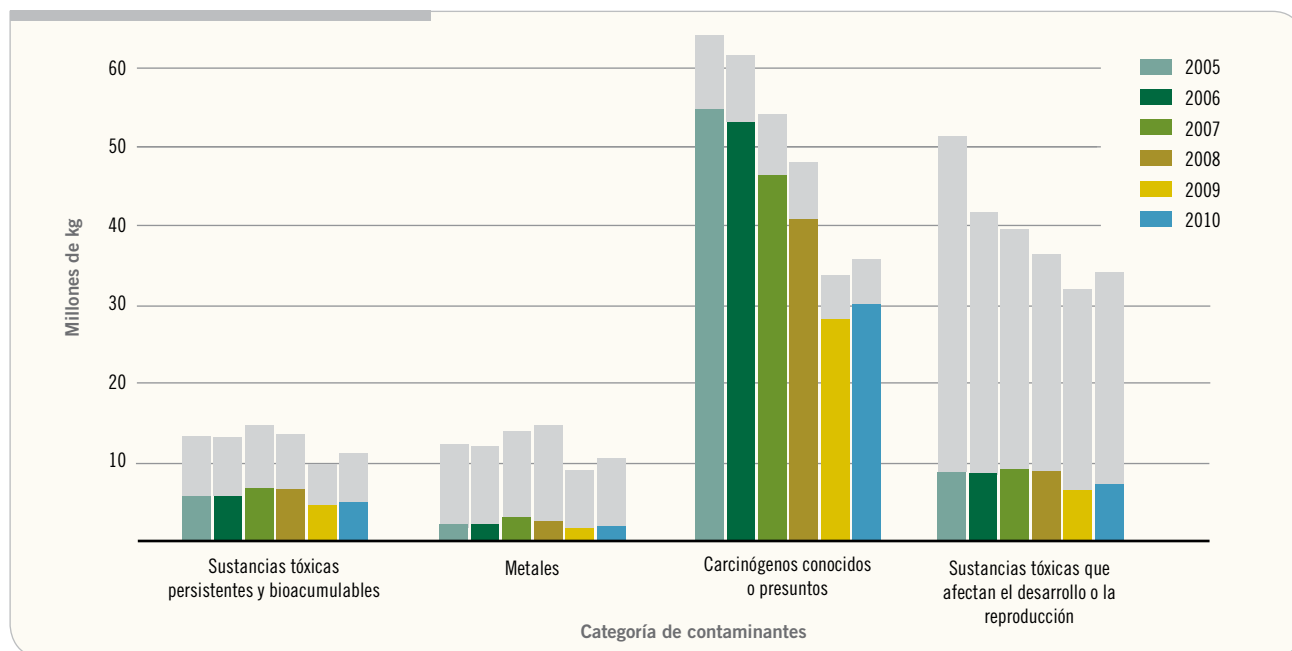
### 2.3.1 Emisiones al aire de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB, 2005-2010

Las plantas industriales de América del Norte registraron en 2010 un total de más de 74.4 millones de kg en emisiones atmosféricas de 220 contaminantes que pertenecen a una o más de estas cuatro categorías, en comparación con los casi 120 millones registrados en 2005 (una disminución de 38%).

Estos contaminantes fueron los responsables de aproximadamente 15% del total de emisiones al aire registradas tanto en 2005 como en 2010.

La gráfica 13 ilustra los efectos de las diferencias en los requisitos de registro entre los programas RETC nacionales en nuestra interpretación de los datos de contaminantes emitidos al medio ambiente por plantas industriales. Las emisiones registradas de contaminantes incluidos en estas cuatro

Gráfica 13. Emisiones al aire de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB: RETC de América del Norte, 2005-2010



Nota: La parte en color de las columnas corresponde a los contaminantes dentro de cada categoría comunes a los tres RETC, en tanto que la parte en gris corresponde a contaminantes sujetos a registro en el RETC de cuando menos un país. Algunos contaminantes pertenecen a más de una categoría

categorías y comunes a los tres sistemas RETC están representadas por los segmentos inferiores de colores en la gráfica, en tanto que las emisiones del resto de estos contaminantes están representados por los segmentos superiores en gris. Es de destacarse la diferencia entre las emisiones registradas de todas las sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, en comparación con las emisiones de estos contaminantes comunes a los tres RETC. Entre los contaminantes de esta categoría que se emitieron a la atmósfera en grandes volúmenes a lo largo de este periodo se encuentra el tolueno (con un registro de cerca de 17.3 millones de kg emitidos en 2010) y el disulfuro de carbono (con 8.4 millones de kg registrados en 2010). Estas sustancias están sujetas a registro en los RETC de Canadá y Estados Unidos, pero no en el de México.

### 2.3.2 Emisiones al agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB, 2005-2010

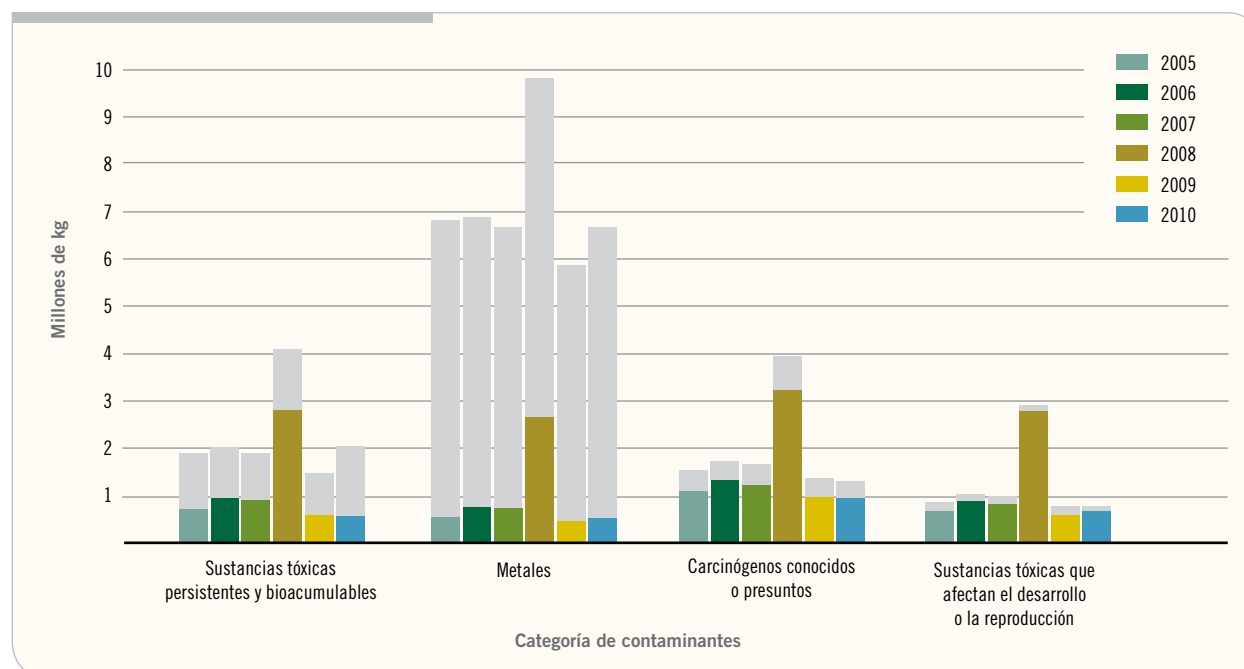
En 2010, plantas industriales en América del Norte registraron emisiones al agua por más de 7.34 millones de kg de contaminantes clasificados en una o más de estas cuatro categorías, lo que significa una disminución de aproximadamente 5% respecto a los niveles de 2005. Estos contaminantes dieron cuenta de 3% de las emisiones totales al agua

registradas tanto en 2005 como en 2010, de las cuales los metales representaron los volúmenes más elevados.

Al igual que en la gráfica anterior, las emisiones al agua registradas de contaminantes pertenecientes a estas cuatro categorías y comunes a los tres RETC están representadas por los segmentos inferiores a color de la gráfica 14, mientras que las emisiones registradas del resto de los contaminantes de las cuatro categorías están representadas por los segmentos superiores en gris. Esta gráfica muestra una diferencia muy notoria entre las emisiones al agua registradas de todos los compuestos metálicos y los que son comunes a los tres RETC. Entre los metales descargados en mayores proporciones al agua durante este periodo destacan el manganeso, zinc y cobre y sus compuestos. Estos contaminantes están sujetos a registro en los programas RETC de Canadá y Estados Unidos, pero no en el de México. De hecho, 18 metales son comunes al NPRI canadiense y el TRI estadounidense, mientras que sólo seis están sujetos a registro en el RETC de México.

Los 42 contaminantes que dentro de estas categorías comparten los tres sistemas RETC de América del Norte se muestran en el cuadro 16, en el que pueden consultarse las correspondientes emisiones al aire y el agua registradas en 2010, junto con las variaciones porcentuales de estas emisiones respecto de 2005. Se incluye en este cuadro, además,

Gráfica 14. Emisiones al agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB: RETC de América del Norte, 2005-2010



Nota: La parte en color de las columnas corresponde a los contaminantes dentro de cada categoría comunes a los tres RETC, en tanto que la parte en gris corresponde a contaminantes sujetos a registro en el RETC de cuando menos un país. Algunos contaminantes pertenecen a más de una categoría

Cuadro 16. Emisiones de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB\* comunes a los RETC de América del Norte, 2010

Contaminante	C	D	M	P*	Emisiones al aire, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Índice de riesgos cancerígenos (PET) para emisiones al aire, 2010	Índice de riesgos no cancerígenos (PET) para emisiones al aire, 2010	Emisiones al agua, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Índice de riesgos cancerígenos (PET) para emisiones al agua, 2010	Índice de riesgos no cancerígenos (PET) para emisiones al agua, 2010
1,1,2-Tetracloroetano	X				6,713	359	59,743	6,041	135	4,867	852	176
1,1,2-Tricloroetano	X				8,691	16	18,252	42,588	106	-3	253	1,478
1,2,4-Triclorobenceno			X		4,932	-80	592	47,345	0	-	-	-
1,2-Diclorobenceno			X		18,024	-64	-	147,800	121	-76	-	1,206
1,2-Dicloroetano	X				214,725	-7	536,813	901,846	391	-71	1,133	1,875
1,3-Butadieno	X	X			632,593	-26	335,274	1,391,704	321	200	1,542	2,410
1,4-Diclorobenceno	X		X		17,962	-64	25,147	39,517	5	-99	4	6
1,4-Dioxano	X				59,221	-19	4,738	2,961	15,776	-57	1,420	789
2,4-Dinitrotolueno	X	X			4,735	-70	20,832	473,464	0	-	-	-
2-Etoxietanol		X			44,979	16	-	58,473	38,793	155	-	3,103
2-Nitropropano	X				16,950	12	372,908	98,312	0	-	-	-
Acetaldehído	X				4,730,047	-35	47,300	43,989,441	174,523	-4	1,099	890,068
Acrilamida	X				6,649	8	864,376	13,298,099	462	200	738	11,538
Acilonitrilo	X				187,531	-18	731,369	7,126,162	56	-99	89	1,059
Anilina	X				44,202	-40	442	4,022,372	1,321	19	9	75,297
Arsénico y compuestos	X	X	X	X	100,012	-28	1,600,184,124	8,400,966,650	129,375	0	517,499,597	2,587,497,987
Asbestos (friables)	X				3,273	304	-	-	0	-	-	-
Benceno	X	X			2,673,221	-22	2,673,221	21,653,094	127,501	11	96,901	1,275,009
Bromometano		X			231,994	13	-	371,190,081	569	2,750	-	511,924
Cadmio y compuestos	X	X	X	X	22,227	-43	577,892,679	42,230,618,839	12,936	8	24,578,707	1,811,062,631
Tetracloruro de carbono	X				49,923	-42	13,479,084	114,821,830	207	18	53,766	475,623
Cloroformo	X	X	X		273,049	-29	436,878	3,822,681	4,701	-66	7,052	75,222
Clorometano		X			909,936	-11	600,558	51,866,333	1,065	100	415	36,210
Cromo y compuestos	X	X	X	X	660,678	56	85,888,129	2,048,101,549	116,635	40	-	51,319,524
Cianuros				X	137,884	-34	-	-	29,360	-40	-	-
Dibutil ftalato		X	X		5,356	-49	-	58,912	65	-75	-	118
Diclorometano	X				2,273,625	-27	454,725	15,915,377	1,047	-60	136	4,608
Dioxinas y furanos	X	X	X		0.03	-39	36,604,320	26,843,168,000	0	-21	415,242	294,882,000
Epilclorohidrina	X	X			51,095	-9	56,205	10,730,050	3,077	-76	1,385	255,392
Formaldehído	X				3,572,996	-50	71,460	57,167,936	122,103	-41	98	35,410
Hexaclorobenceno	X	X	X		130	-68	285,538	2,725,592	41	30	138,430	1,343,583
Hexacloroetano	X				536	131	139,366	2,948,130	0	-	-	-
Hidracina	X				1,891	68	41,598	737,420	937	-64	2,249	131,201
Plomo y compuestos	X	X	X	X	523,674	-29	14,662,879	303,731,071,594	75,972	-30	151,944	3,190,824,850
Mercurio y compuestos	X	X	X	X	50,771	-27	-	710,796,430,922	2,215	-85	-	28,789,247,625
Niquel y compuestos	X	X	X	X	704,364	-28	1,972,220	2,253,966,102	171,722	-15	-	4,464,777
Fenol				X	2,625,841	-7	-	997,820	67,372	-46	-	310
Piridina	X				17,785	-50	-	1,316,100	434	-9	-	3,469
Estireno	X				11,866,513	-54	-	949,321	1,445	-43	-	491
Toluendiisocianatos (mezcla de isómeros)	X				14,351	-2	-	-	0	-	-	-
Tricloroetileno	X				1,191,881	-62	59,594	750,885	334	38	43	401
Cloruro de vinilo	X				234,773	-21	446,069	16,199,355	176	-62	811	24,693
<b>Total, contaminantes C, D, M, P registrados comunes a los tres RETC</b>					<b>34,195,732</b>				<b>1,101,298</b>			
<b>Total, todos los contaminantes C, D, M, P registrados</b>					<b>74,425,550</b>				<b>7,347,276</b>			
<b>Total, todos los contaminantes registrados</b>					<b>514,173,851</b>				<b>221,806,836</b>			

\*C = carcinógeno conocido o presunto; D = sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción; M = metal; P = sustancia tóxica persistente y bioacumulable  
 Nota: El símbolo "-" en lugar de un valor para el índice de riesgos cancerígenos (PET) significa que el contaminante tiene una calificación de 0 o bien que no ha sido evaluado.  
 Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

la calificación correspondiente a cada contaminante por sus riesgos cancerígenos y no cancerígenos expresada mediante el correspondiente índice de potencial de equivalencia tóxica (PET). El índice PET se obtiene al multiplicar el volumen de un contaminante emitido al aire o el agua por su factor de ponderación PET.

En el cuadro pueden apreciarse disminuciones notables entre 2005 y 2010 en las emisiones al aire y al agua registradas de contaminantes con índices PET de riesgos cancerígenos y no cancerígenos muy elevados, incluidos compuestos de plomo y mercurio. También pueden observarse incrementos para algunos contaminantes, como cromo y sus compuestos. En

algunos casos, las emisiones al aire disminuyeron de manera considerable, en tanto que las descargas en el agua aumentaron, o viceversa (por ejemplo, en el caso del cadmio y sus compuestos).

### 2.3.3 Emisiones registradas al aire y el agua de determinados contaminantes de interés especial

Los seis contaminantes incluidos en el cuadro 17 pertenecen a cuando menos tres de las cuatro categorías de contaminantes descritas. Seleccionadas por estar sujetas a registro en los RETC de los tres países, por el contraste entre sus volúmenes registrados (en kilogramos) y por su calificación PET en

Cuadro 17. Emisiones registradas de contaminantes de interés especial comunes a los tres RETC, 2010

Contaminante	Categoría de contaminante*	Clase de emisión	Emisiones, 2010 (kg)	Índice de riesgos cancerígenos (PET), 2010	Índice de riesgos no cancerígenos (PET), 2010	Sectores que registraron mayores emisiones	Emisiones, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	NPRI canadiense (%)	RETC mexicano (%)	TRI estadounidense (%)
Arsénico y compuestos	CDMP	Aire	100,012	1,600,184,124	8,400,966,650	Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	35,554	-48	78	2	20
		Agua	129,375	517,499,597	2,587,497,987	Minería de minerales metálicos	94,709	120	2	0	98
Cadmio y compuestos	CDMP	Aire	22,227	577,892,679	42,230,618,839	Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	13,216	-60	91	4	5
		Agua	12,936	24,578,707	1,811,062,631	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	2,976	445	0	99	0
Plomo y compuestos	CDMP	Aire	523,674	14,662,879	303,731,071,594	Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	146,836	-41	48	17	35
		Agua	75,972	151,944	3,190,824,850	Suministro de agua, drenaje, tratamiento de aguas residuales y otros sistemas	16,684	27	72	28	–
Mercurio y compuestos	CDMP	Aire	50,771	–	710,796,430,922	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	31,736	-31	5	–	95
		Agua	2,215	–	28,789,247,625	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	1,358	917	0	74	25
Hexaclorobenceno	CDP	Aire	130	285,538	2,725,592	Fabricación de productos químicos básicos	85	258	0	–	100
		Agua	41	138,430	1,343,583	Fabricación de productos químicos básicos	21	26	0	–	100
Cromo y compuestos	CDMP	Aire	660,678	85,888,129	2,048,101,549	Fabricación de automóviles y camiones	389,159	5,925	0	–	100
		Agua	116,635	–	51,319,524	Fabricación de productos químicos básicos	33,034	544	0	12	88
Total, emisiones al aire de seis contaminantes de interés especial			1,357,491	2,278,913,349	1,067,209,915,146	Total, emisiones al aire de los principales sectores	616,585				
Total, emisiones al agua de seis contaminantes de interés especial			337,173	542,368,678	36,431,296,200	Total, emisiones al agua de los principales sectores	148,782				

\* C = carcinógeno conocido o presunto; D = sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción; M = metal; P = sustancia tóxica persistente y bioacumulable

Nota: El símbolo “–” en lugar de un valor para el índice de riesgos cancerígenos (PET) significa que el contaminante tiene una calificación de 0 o bien que no ha sido evaluado.

Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan al panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

cuanto a riesgos cancerígenos o no cancerígenos, que refleja su potencial de toxicidad aunque se emitan al aire o el agua en cantidades relativamente bajas, estas sustancias se consideran contaminantes de interés especial.

A continuación se proporciona información sobre los sectores y plantas industriales que registraron emisiones al aire y el agua de estos seis contaminantes. En el apéndice 5 se presenta información más detallada sobre la producción y las aplicaciones industriales más comunes de estas sustancias, así como sobre sus propiedades químicas y potencial para afectar la salud humana o el medio ambiente en el.

**Arsénico y sus compuestos.** La industria dedicada a la fabricación y procesamiento de metales no ferrosos (excepto aluminio) dio cuenta de aproximadamente un tercio de todas las emisiones atmosféricas de arsénico y sus compuestos en 2010. Entre las cuarenta plantas de esta industria que presentaron informes, dos establecimientos canadienses fueron responsables de un porcentaje considerable de la disminución de 48% registrada entre 2005 y 2010: la planta de fundición Copper Cliff de la empresa Vale Canada en Ontario y el complejo Hudson Bay Mining and Smelting en Manitoba (que, durante este periodo, se encontraba en el proceso de cierre de sus operaciones). La minería de minerales metálicos fue el sector que informó mayores volúmenes de emisiones al agua de arsénico y sus compuestos. El número de plantas de esta industria incluidas en los RETC se incrementó de 37 en 2005 a 55 en 2010. Una instalación estadounidense, la minera Jerritt Canyon en Nevada, fue responsable de 98% de las emisiones registradas por este sector en 2010.

**Cadmio y sus compuestos.** La industria de fabricación y procesamiento de metales no ferrosos (excepto aluminio) también fue el mayor generador de emisiones atmosféricas de cadmio y sus compuestos, al dar cuenta de aproximadamente 58% de todas las emisiones de dichas sustancias en 2010. Este sector registró una disminución de 60% en términos de emisiones de este contaminante entre 2005 y 2010; gran parte de esta disminución puede atribuirse al complejo Hudson Bay Mining and Smelting en Manitoba (como se mencionó, esta planta estaba cerrando durante este periodo). En 2010, plantas del sector de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica registraron casi una cuarta parte del total de emisiones al agua de cadmio y sus compuestos, la mayoría de las cuales se registraron en México. Tres centrales eléctricas —dos plantas de Iberdrola Energía en Tamaulipas y la planta de Promotora Ecológica San Pedro Mártir en Querétaro— informaron de la mayoría de estas emisiones al agua y representaron el mayor incremento en esta industria.

**Plomo y sus compuestos.** En cuanto a emisiones atmosféricas de plomo y sus compuestos, también la industria

dedicada a la fabricación y procesamiento de metales no ferrosos (excepto aluminio) fue la responsable de los mayores volúmenes emitidos (28%) en 2010. Las plantas que presentaron informes se encuentran en los tres países. Sólo unas cuantas instalaciones —entre las que se incluyen el ya mencionado complejo Hudson Bay Mining and Smelting en Manitoba, el establecimiento Kidd Metallurgical Site de Xstrata Canada en Ontario, la planta fundidora Herculeum de Doe Run en Misuri y la Planta Cobrecel Nacional de Cobre, S.A. de C.V. en Guanajuato— dieron cuenta de gran parte de la disminución registrada en estas emisiones. Plantas canadienses y mexicanas de tratamiento de agua y aguas residuales fueron responsables de aproximadamente 22% de todas las emisiones al agua de plomo y sus compuestos en 2010, lo que significa un incremento de 27% de 2005 a 2010. De las 106 plantas industriales incluidas en los RETC (87 en Canadá y 19 en México), un número pequeño de instalaciones públicas dio cuenta de gran parte de este aumento, incluida la planta Fideicomiso del Sistema de Aguas Residuales del Alto Río en Veracruz, México, y cuatro instalaciones canadienses: dos plantas de tratamiento en la ciudad de Toronto, la planta de la ciudad de Montreal y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Isla Iona en el Distrito Regional del Gran Vancouver.

**Mercurio y sus compuestos.** En 2010, las plantas de generación eléctrica a base de combustibles fósiles registraron los volúmenes más altos en cuanto a emisiones totales al aire y el agua de mercurio y sus compuestos. Las emisiones al aire de este contaminante (registradas la mayor parte en Estados Unidos) se redujeron 31% entre 2005 y 2010. Las centrales eléctricas en México dieron cuenta de aproximadamente 74% de las emisiones al agua de mercurio y sus compuestos registradas por este sector. Entre 2005 y 2010, las descargas al agua de este contaminante aumentaron considerablemente, en gran parte por la presentación de informes de dos plantas de generación de electricidad en México: Electricidad Águila de Tuxpan y Electricidad Sol de Tuxpan, ambas localizadas en el estado de Veracruz, junto con dos plantas estadounidenses: Yorktown Power Station de Dominion Resources en Virginia y la US TVA Cumberland Fossil Plant en Tennessee.

**Hexaclorobenceno.** Aproximadamente 65% de todas las emisiones al aire de hexaclorobenceno registradas en 2010 correspondió a la industria de fabricación de productos químicos básicos de Estados Unidos, sector para el que se observa un aumento de 347% entre 2005 y 2010. Dos plantas industriales de Dow Chemical dieron cuenta de casi 85% de todas estas emisiones en 2010, pero no presentaron informes en 2005: la Louisiana Operations, en Luisiana, y la Freeport, en Texas. Estas mismas instalaciones también fueron responsables de 86% del total de emisiones al agua de



hexaclorobenceno en 2010, y de la mayor parte del aumento registrado durante este periodo.

**Cromo y sus compuestos.** La industria de fabricación de carrocerías y remolques dio cuenta de 59% de las emisiones al aire de cromo y sus compuestos en 2010, las cuales registraron un importante aumento entre 2005 y 2010. Casi 100% de todas las emisiones de este contaminante correspondieron a plantas estadounidenses: dos de éstas —ambas instalaciones de Hutchens Industries en Misuri— fueron responsables de la mayor cantidad de las emisiones totales registradas en 2010. Esta industria fue la que mayores emisiones al agua de cromo y sus compuestos registró en 2010, al dar cuenta de 28% del total. Las emisiones de este contaminante presentaron un aumento notable a partir de 2005. Dos plantas: la PCS Nitrogen Fertilizer, en Luisiana, y una planta de Dupont en Tamaulipas, México, dieron cuenta de la mayor parte de las emisiones totales registradas en 2010.

### 2.3.4 Umbrales de registro en los programas RETC

Como se mencionó, de los cientos de contaminantes que plantas industriales en América del Norte registraron entre 2005 y 2010, sólo un número relativamente pequeño es común a los tres programas RETC. Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC nacionales crean lagunas en nuestro panorama de la contaminación industrial de América del Norte, sobre todo en lo que respecta a emisiones de contaminantes de interés especial.

Cada uno de los RETC establece umbrales para los contaminantes sujetos a registro en el país respectivo. El NPRI canadiense y el TRI de Estados Unidos cuentan con un umbral estándar de “manufactura, proceso u otro uso” (MPO) de alrededor de 10,000 kg (en Estados Unidos, de 25,000 libras u 11,340 kg), mientras que el RETC de México tiene umbrales tanto de MPO como de “emisión” para su lista de 104 contaminantes. En el caso de ciertas sustancias contaminantes, los programas RETC han fijado requisitos de registro más rigurosos y umbrales de registro sumamente bajos (o en algunos casos, el registro de cualquier cantidad, por pequeña que sea). Estos requisitos han sido formulados con base en las evaluaciones de toxicidad química y el potencial de riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Para algunos contaminantes, como las dioxinas, furanos y hexaclorobenceno, la necesidad de fijar umbrales y unidades de registro sumamente bajos, con el propósito de efectivamente captar las emisiones de preocupación, es ampliamente reconocida. De igual forma, el plomo y el

mercurio y sus compuestos se registran con umbrales más bajos en los tres sistemas RETC.

No obstante, aunque los tres programas RETC han fijado, en términos generales, umbrales más bajos para los contaminantes de interés especial, estos umbrales llegan a variar considerablemente entre un país y otro. Por ejemplo, el umbral del NPRI canadiense para el arsénico y sus compuestos es de 50 kg; el del TRI es de 11,340 kg, y el umbral de MPO del RETC es de 5 kg y el de emisión es de 1 kg. De hecho, sólo uno de los sesenta contaminantes comunes a los tres programas nacionales tiene umbrales de registro bastante parecidos entre un sistema y otro: el mercurio y sus compuestos (con un umbral de 5 kg en el NPRI, un umbral de 4.5 kg [10 libras] en el TRI y un umbral de MPO de 5 kg y uno de “emisión” de 1 kg en el RETC).

Recientemente, el NPRI de Canadá sometió a revisión el registro que presenta la industria de ciertos contaminantes (como los compuestos de selenio). El selenio está presente por lo general en materias primas en concentraciones muy bajas y en pequeñas cantidades, muchas veces por debajo de los umbrales de registro estándar del NPRI. Por esta razón, numerosas plantas no se han visto obligadas a informar sobre esta sustancia. No obstante, se ha detectado corriente abajo selenio emitido por plantas industriales en niveles que resultan peligrosos para la salud humana y el medio ambiente, por lo que se consideró necesario bajar el umbral de registro a 100 kg en vez de los 10,000 kg estándar, umbral vigente a partir del año de registro 2011. El selenio también está sujeto a registro en el TRI estadounidense, con un umbral de 11,340 kg, pero no en el RETC de México.

Los apéndices 1 y 2 presentan información detallada sobre los requisitos y umbrales de registro para contaminantes específicos.

## 2.4 Emisiones al suelo registradas, 2005-2010

Las emisiones al suelo<sup>20</sup> dieron cuenta de casi un tercio de las emisiones y transferencias totales registradas en 2010, de las cuales plantas industriales en América del Norte registraron 1,802,531,538 kg, un aumento de 108% en comparación con los niveles de 2005.

El cuadro 18 presenta las emisiones al suelo registradas por plantas industriales de América del Norte, año por año, de 2005 a 2010. Se aprecian diferencias considerables entre los tres países en cuanto a las cantidades registradas

20. El término “emisiones al suelo” empleado en el informe *En balance* combina una variedad de métodos, debido a las diferencias en la terminología empleada en cada programa RETC. Las emisiones al suelo comprenden derrames, fugas o emisiones incidentales; inyección subterránea; riego, cultivo o tratamiento de tierras, y disposición in situ.



y los cambios que se dieron a lo largo de este periodo. Por ejemplo, el marcado aumento en emisiones al suelo en este periodo obedece al registro en Canadá, donde las instalaciones informaron aumentos por más de 2,200%, en respuesta a los cambios aplicados en los requisitos de registro. En Estados Unidos hubo un aumento de 15% en las emisiones al suelo registradas, en tanto que en México se observó un incremento considerable (poco más de 500%), pero la proporción que este país representa respecto del total de América del Norte es muy baja (es decir, menos de 1% tanto en 2005 como en 2010).

La gráfica 15 ilustra las emisiones al suelo registradas en cada país en 2005 y 2010, y presenta los contaminantes de los que se registraron mayores volúmenes en 2005, así como los cambios en sus emisiones. Estos contaminantes dieron cuenta de 99% del total de emisiones al suelo en 2005 y 2010, algunas de las cuales aumentaron de manera sustancial a lo largo de este periodo.

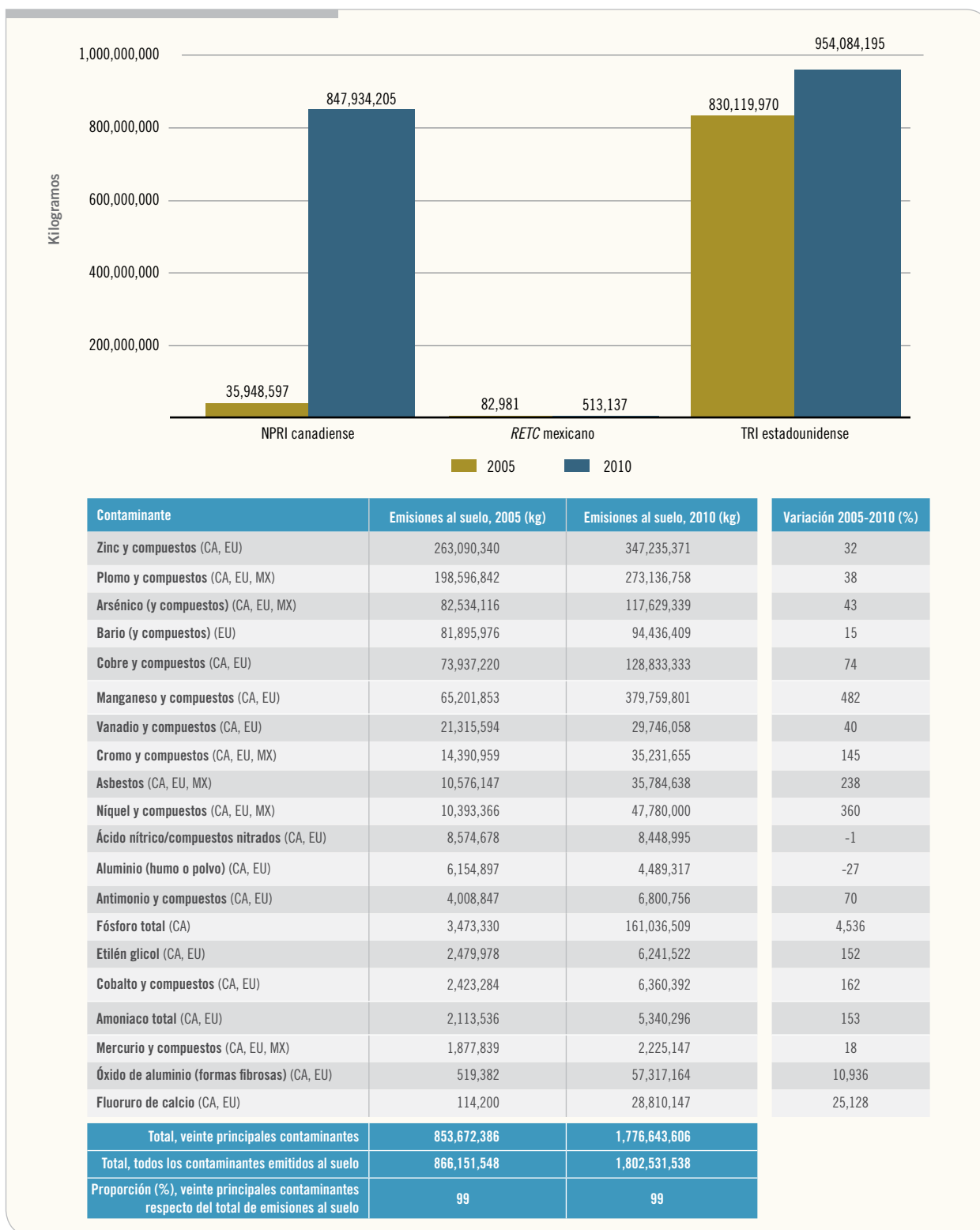
Esta gráfica muestra que el considerable aumento en las emisiones al suelo registradas entre 2005 y 2010 obedece a la presentación de informes en Canadá y, en especial, a los cambios a los requisitos de registro en el NPRI para las operaciones mineras y de extracción de petróleo y gas a partir de 2006, entre los que se incluyen el requisito de registrar los relaves o jales mineros y roca residual, junto con la eliminación de la exención de registro aplicable a las actividades de extracción y trituración mineras. El impacto que estos cambios en los requisitos de registro en el NPRI han tenido en la cuantificación de contaminantes se muestra en el cuadro 19, en donde pueden apreciarse también aumentos notables de 2005 a 2006 en las emisiones al suelo de los quince contaminantes principales registrados en Canadá. Estos contaminantes representaron aproximadamente 4% de todas las emisiones al suelo registradas en América del Norte en 2005, pero constituyeron 40% del total en 2006. La mayor parte de estas emisiones corresponden al registro de los sectores minero y de extracción de Canadá.

Cuadro 18. Emisiones al suelo registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010

RETC	Emisiones al suelo, 2005 (kg)	Emisiones al suelo, 2006 (kg)	Emisiones al suelo, 2007 (kg)	Emisiones al suelo, 2008 (kg)	Emisiones al suelo, 2009 (kg)	Emisiones al suelo, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Número de contaminantes registrados	
								2005	2010
NPRI canadiense	35,948,597	606,606,640	594,923,183	634,009,535	596,527,117	847,934,205	2,259	77	90
RETC mexicano	82,981	64,970	274,185	563,697	208,625	513,137	518	41	12
TRI estadounidense	830,119,970	864,578,518	811,258,930	815,119,661	781,845,861	954,084,195	15	215	183
<b>Total, América del Norte</b>	<b>866,151,548</b>	<b>1,471,250,127</b>	<b>1,406,456,298</b>	<b>1,449,692,894</b>	<b>1,378,581,603</b>	<b>1,802,531,538</b>	<b>108</b>	<b>245</b>	<b>212</b>

*Nota:* Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Gráfica 15. Emisiones al suelo registradas en Canadá, Estados Unidos y México, y principales contaminantes registrados, 2005 y 2010



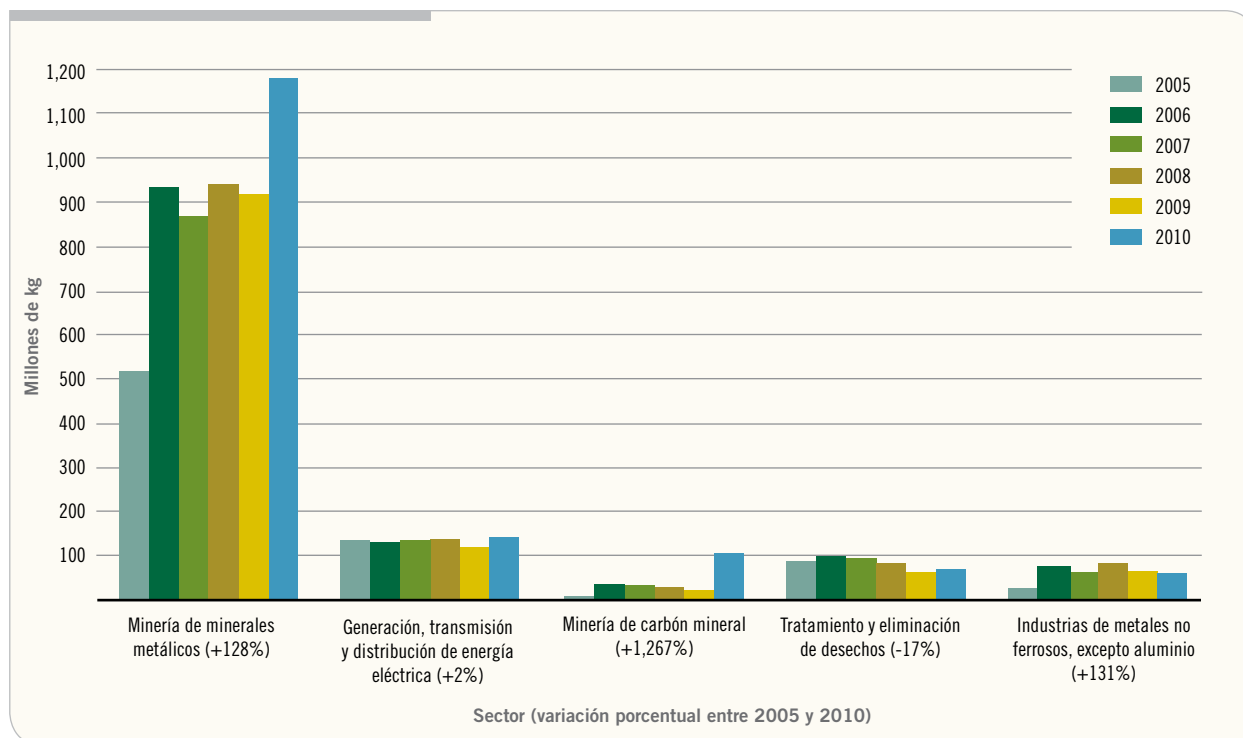
Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Cuadro 19. Principales contaminantes emitidos al suelo, NPRI canadiense, 2005 y 2006

Contaminante	Emissiones al suelo, 2005	Emissiones al suelo, 2006	Variación 2005-2006 (%)
Zinc y compuestos	9,854,818	75,368,384	665
Asbestos	6,354,377	11,847,411	86
Manganeso y compuestos	5,331,181	197,522,419	3,605
Fósforo total	3,473,330	84,273,678	2,326
Plomo y compuestos	3,039,718	29,075,962	857
Vanadio y compuestos	1,289,762	10,228,328	693
Cromo y compuestos	963,506	37,034,374	3,744
Cobre y compuestos	899,895	55,397,107	6,056
Níquel y compuestos	576,158	54,354,071	9,334
Amoniaco total	421,232	9,006,103	2,038
Arsénico y compuestos	247,279	13,000,973	5,158
Ácido nítrico y compuestos nitrados	182,282	11,176,993	6,032
Cobalto y compuestos	40,996	4,087,332	9,870
Antimonio y compuestos	17,002	495,838	2,816
Aluminio (humo o polvo)	112	2,118,555	1,891,467
<b>Total, 15 principales contaminantes emitidos al suelo (NPRI)</b>	<b>32,691,648</b>	<b>594,987,526</b>	
<b>Total, todos los contaminantes emitidos al suelo (América del Norte)</b>	<b>866,151,548</b>	<b>1,471,250,127</b>	
<b>Proporción (%), principales contaminantes del NPRI respecto del total de emisiones al suelo (América del Norte)</b>	<b>4</b>	<b>40</b>	



Gráfica 16. Principales sectores industriales que presentaron informes de emisiones al suelo en América del Norte, 2005-2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

#### 2.4.1 Principales sectores que registraron emisiones al suelo en América del Norte, 2005-2010

En la gráfica 16 se muestran los cinco sectores industriales de América del Norte que registraron los mayores volúmenes de emisiones al suelo totales entre 2005 y 2010. Estos sectores dieron cuenta de 1,568,703,713 kg, u 87% de todas las emisiones al suelo registradas en 2010, de las cuales sólo la minería de minerales metálicos registró 1,180 millones de kg (casi 66% del total). El gran aumento registrado entre 2006 y 2010 en las emisiones al suelo generadas por este sector ilustra, junto con el de la minería de carbón mineral, el impacto de los cambios en los requisitos de registro en el NPRI ese año. De hecho, el número de plantas industriales de estos dos sectores que presentaron informes en Canadá aumentó considerablemente: de seis en 2005 a 59 en 2006. Otro incremento a destacar en cuanto a emisiones al suelo procedentes de actividades mineras se dio entre 2009 y 2010, como resultado básicamente de los aumentos registrados por un pequeño número de plantas en Canadá y Estados Unidos.

Los principales sectores en cada país que presentaron informes de emisiones al suelo entre 2005 y 2010 se muestran en la gráfica 17. Para 2010, las emisiones al suelo en Canadá generadas por el sector minero (sobre todo la minería de

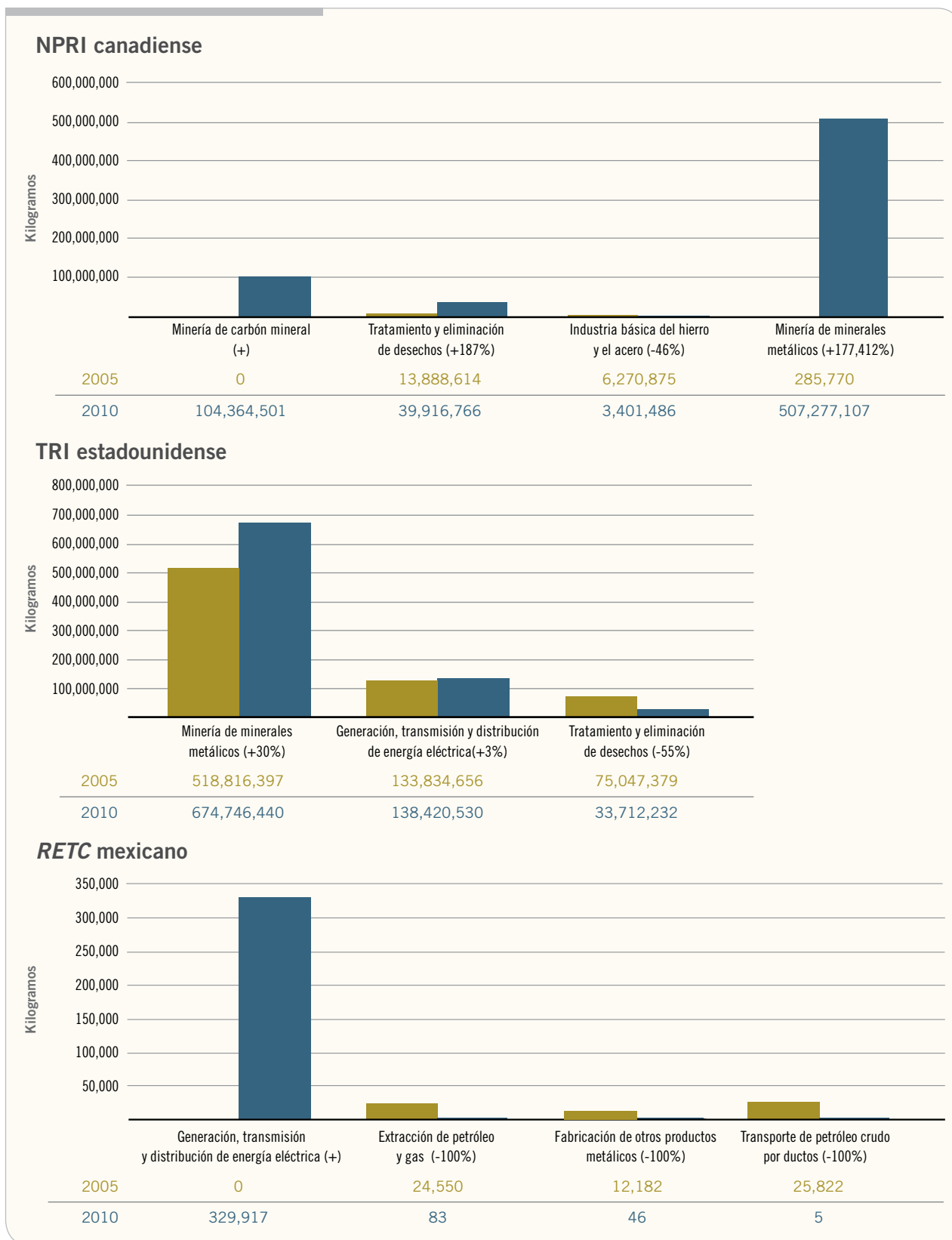
carbón mineral y la de minerales metálicos) habían desplazado a los sectores de tratamiento y eliminación de desechos y a la industria básica del hierro y el acero, que en 2005 fueron los principales sectores en términos de registro de emisiones al suelo en este país.

En Estados Unidos, el aumento de 30% en las emisiones al suelo registradas por la minería de minerales metálicos puede atribuirse a la presentación de informes por parte de una cantidad pequeña de plantas industriales que, en conjunto, dieron cuenta de más de 80% del total de las emisiones al suelo registradas por este sector en 2010. Entre estas plantas se cuentan una operación de extracción de zinc en Alaska, dos de oro en Nevada y una de cobre en Utah. La minería de carbón mineral en Estados Unidos registró una reducción de 48% en las emisiones al suelo en este periodo.

Esta gráfica también revela un considerable aumento en términos de emisiones al suelo registradas por centrales eléctricas mexicanas en 2010, mientras que las emisiones registradas por los otros sectores (los que mayores registros presentaron en 2005) fueron casi insignificantes ese año. La mayor parte del aumento registrado por el sector de generación de electricidad corresponde a una central de la CFE ubicada en Sinaloa.



Gráfica 17. Principales sectores industriales que registraron emisiones al suelo en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



El cuadro 20 presenta los principales contaminantes emitidos al suelo por los cinco sectores industriales de América del Norte con registros de volúmenes más elevados, mismos que, en conjunto, fueron responsables de 87% del total de emisiones al suelo en 2010. Muestra asimismo cómo estas emisiones cambiaron de 2005 a 2010, al igual su distribución entre los tres países. Se observa que los volúmenes registrados en México fueron muy bajos: las plantas industriales mexicanas pertenecientes a todos los sectores informaron de aproximadamente 513,000 kg en emisiones al suelo en 2010, lo que significó un aumento de alrededor de 83,000 kg respecto a las registradas en 2005. Sólo unas cuantas de las instalaciones que registraron mayores emisiones —entre otras, la mencionada central eléctrica de la CFE en Sinaloa; un fabricante de maquinaria y equipo agropecuario, para la construcción y para la industria extractiva de John Deere en Coahuila, y la mina de plata Coeur Mexicana en Chihuahua— dieron cuenta de la mayor parte de este aumento.

En Estados Unidos, la operación de extracción en Alaska, Red Dog, uno de los mayores productores mundiales de zinc y concentrados de plomo, informó en 2010 de grandes volúmenes de emisiones al suelo tanto de zinc como de plomo y sus compuestos, procedentes de los minerales extraídos en el sitio. Asimismo, el sector de las industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio, de Canadá y Estados

Unidos registraron emisiones de zinc y sus compuestos, con un aumento en el volumen de emisiones respecto de 2005. Un gran porcentaje de este incremento fue responsabilidad de sólo unas cuantas de las plantas industriales que en 2010 registraron los mayores volúmenes y entre las que se cuentan dos plantas canadienses: Kidd Metallurgical Site de Xstrata Canada, en Ontario, y Hudson Bay Mining and Smelting Complex, en Manitoba, junto con una instalación estadounidense: la Hayden Smelter and Concentrator del Asarco LLC Ray Complex, en Arizona. Estas mismas plantas se contaron también entre las principales instalaciones de este sector, al dar cuenta del considerable incremento en términos de emisiones al suelo de plomo y cobre y sus compuestos entre 2005 y 2010.

En Canadá, el Proyecto del Lago Carol (*Carol Lake Project*) de la Iron Ore Company of Canada en Terranova y Labrador fue responsable de los considerables volúmenes de emisiones de manganeso y sus compuestos registrados en 2010. Esta empresa opera una mina a cielo abierto dedicada a la extracción de mineral de hierro que se convierte en hierro granulado para plantas siderúrgicas. El manganeso es un metal que se encuentra de forma natural en las rocas. Las emisiones al suelo de este contaminante provenientes de la minería de minerales metálicos registraron un marcado aumento entre 2005 y 2010.

Cuadro 20. Sectores industriales que registraron las mayores emisiones al suelo y principales contaminantes registrados en América del Norte, 2010

Sector industrial (código SCIAN-4)	Emisiones al suelo, 2010 (kg)	Contaminante	Emisiones al suelo, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	NPRI canadiense (%)	RETC mexicano (%)	TRI estadounidense (%)
Minería de minerales metálicos (2122)	1,182,056,081	Zinc y compuestos (CA, EU)	278,560,622	48	12	—	88
		Manganeso y compuestos (CA, EU)	256,011,595	2,167	84	—	16
		Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	246,200,103	39	8	0	92
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (2211)	141,871,753	Bario y compuestos (EU)	87,617,103	19	—	—	100
		Manganeso y compuestos (CA, EU)	14,237,303	-6	6	—	94
		Vanadio y compuestos (CA, EU)	10,281,526	-31	9	—	91
Minería de carbón mineral (2121)	108,515,793	Fósforo total (CA)	65,209,962	189*	100	—	—
		Manganeso y compuestos (CA, EU)	35,236,649	2,475	98	—	2
		Bario y compuestos (EU)	2,143,851	-46	—	—	100
Tratamiento y eliminación de desecho (5622)	73,628,998	Asbestos (CA, EU, MX)	26,744,810	184	85	—	15
		Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	9,206,775	1	37	—	63
		Zinc y compuestos (CA, EU)	8,273,055	-78	53	—	47
Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio (3314)	62,631,087	Zinc y compuestos (CA, EU)	27,663,595	182	62	—	38
		Cobre y compuestos (CA, EU)	14,949,119	92	26	—	74
		Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	6,478,015	36	25	0	75
<b>Total, cinco principales sectores</b>	<b>1,568,703,713</b>	<b>Total, principales contaminantes</b>	<b>1,088,814,084</b>				
<b>Proporción (%), cinco principales sectores respecto del total de emisiones al suelo</b>	<b>87</b>						

\* Antes de 2006, el sector canadiense de la minería de carbón mineral no declaraba emisiones ni transferencias de fósforo; por ello, el cálculo de la variación porcentual en este caso corresponde al periodo 2006-2010.  
Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

En Estados Unidos, las centrales eléctricas emitieron al suelo cantidades considerables de bario y sus compuestos, emisiones que aumentaron de 2005 a 2010. El bario y sus compuestos se sujetan a registro únicamente en el RETC de Estados Unidos. Presente sólo en minerales metálicos, este metal puede liberarse a la atmósfera durante las actividades de extracción y producción de compuestos de bario, así como generarse a partir de la combustión de carbón y petróleo. Las minas de carbón en Estados Unidos también registraron emisiones al suelo de bario y sus compuestos, aunque estas emisiones se redujeron entre 2005 y 2010.

Las minas de carbón en Canadá fueron el sector principal en informar sobre emisiones al suelo de fósforo total, un contaminante sujeto a registro en el RETC canadiense únicamente. El considerable aumento registrado en estas emisiones es atribuible básicamente a un número pequeño de plantas, incluida la mina de carbón Obed de Coal Valley Resources, en Alberta, que dio cuenta de casi 75% del total de emisiones al suelo de este contaminante en 2010, aunque no presentó informes en años anteriores.

En 2010, el sector de tratamiento y eliminación de desechos registró emisiones al suelo de asbestos en grandes volúmenes, con 85% del total localizado en Canadá. Varias plantas dentro de este sector registraron incrementos en sus emisiones entre 2005 y 2010; dos de estas instalaciones: los rellenos sanitarios Ridge de BFI Canada, en Ontario, y Paintearth, en Alberta, dieron cuenta de más de la mitad del total de estas emisiones en 2010. Los asbestos se refieren a un grupo de fibras minerales que se encuentra de forma natural en el medio ambiente. Por sus características resistentes al calor, los asbestos se han utilizado en una amplia gama de productos, sobre todo en la industria de la construcción (por ejemplo, tablillas y tejas para techumbres, y productos de cemento).

## 2.5 Emisiones por inyección subterránea registradas, 2005-2010

Las emisiones en sitio por inyección subterránea dieron cuenta de 6% de las emisiones y transferencias totales registradas en 2010, de las cuales 340,822,984 kg correspondieron a plantas industriales en Canadá y Estados Unidos registraron. Ello significa una reducción de 17% respecto de los niveles de 2005. La inyección subterránea no está sujeta a registro en el RETC mexicano.

El cuadro 21 muestra las emisiones por inyección subterránea registradas por plantas industriales en Canadá y Estados Unidos año por año entre 2005 y 2010. Aunque ambos países mostraron reducciones en este tipo de emisiones, el decremento fue más evidente en Canadá, donde se observa una disminución de más de 22 por ciento. En 2010, los establecimientos canadienses dieron cuenta de poco más de 69% de todas las emisiones por inyección subterránea registradas (en comparación con 74% del total en 2005), mientras que los estadounidenses fueron responsables de poco más de 30 por ciento. Este cuadro muestra también una disminución en el número de contaminantes registrados que se emitieron por inyección subterránea, a lo largo de este periodo.

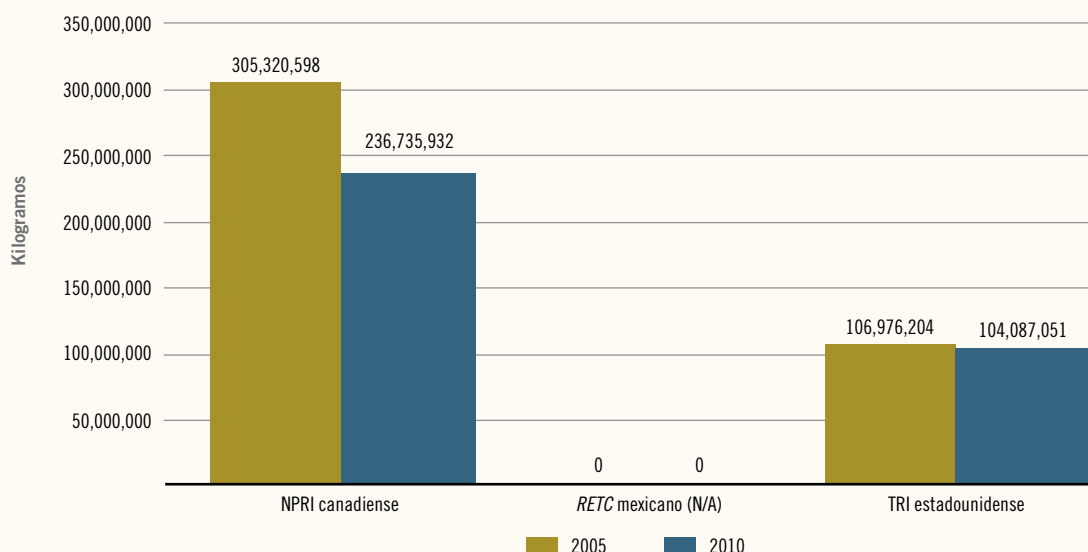
La gráfica 18 presenta los 21 principales contaminantes emitidos por inyección subterránea entre 2005 y 2010 (entre otros: azufre reducido total, como resultado de su incorporación al NPRI de Canadá en 2007). Estos contaminantes fueron responsables de 97 y 96 por ciento, respectivamente, del total en 2005 y 2010. Esta gráfica muestra que las emisiones de casi la mitad de estos contaminantes disminuyeron a lo largo de este periodo, de los cuales algunos (por ejemplo, el ácido sulfhídrico) presentaron decrementos marcados. Las emisiones por inyección subterránea de otras sustancias aumentaron, algunas de manera apreciable (por ejemplo, de zinc, manganeso y plomo y sus compuestos).

Cuadro 21. Emisiones por inyección subterránea registradas en el NPRI canadiense y el TRI estadounidense, 2005-2010

RETC	Emisiones por inyección subterránea, 2005 (kg)	Emisiones por inyección subterránea, 2006 (kg)	Emisiones por inyección subterránea, 2007 (kg)	Emisiones por inyección subterránea, 2008 (kg)	Emisiones por inyección subterránea, 2009 (kg)	Emisiones por inyección subterránea, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Número de contaminantes registrados	
								2005	2010
NPRI canadiense	305,320,598	275,573,878	331,393,025	379,401,822	339,662,982	236,735,932	-22	60	51
RETC mexicano	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TRI estadounidense	106,976,204	101,684,627	95,457,452	87,242,354	82,275,125	104,087,051	-3	148	132
<b>Total, América del Norte</b>	<b>412,296,802</b>	<b>377,258,505</b>	<b>426,850,477</b>	<b>466,644,176</b>	<b>421,938,107</b>	<b>340,822,984</b>	<b>-17</b>	<b>170</b>	<b>151</b>

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Gráfica 18. Emisiones por inyección subterránea registradas en Canadá y Estados Unidos, y principales contaminantes registrados, 2005 y 2010



Contaminante	Emisiones por inyección subterránea, 2005 (kg)	Emisiones por inyección subterránea, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Acido sulfhídrico (CA, MX)	289,746,824	133,484,005	-54
Ácido nítrico/compuestos nitrados (CA, EU)	24,846,936	25,012,591	1
Amoniaco total (CA, EU)	19,628,595	18,454,856	-6
Metanol (CA, EU)	15,258,090	18,988,100	24
Acetonitrilo (CA, EU)	7,802,994	8,647,998	11
Zinc y compuestos (CA, EU)	5,244,585	8,003,631	53
Formaldehído (CA, EU, MX)	5,205,312	5,997,854	15
Ácido fórmico (CA, EU)	4,884,996	6,582,334	35
Acrilamida (CA, EU, MX)	3,982,023	3,211,170	-19
Acrylonitrilo (CA, EU, MX)	3,661,761	3,707,954	1
Manganeso y compuestos (CA, EU)	3,599,440	5,287,010	47
Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	2,792,670	4,307,991	54
Ácido acrílico (CA, EU)	2,470,638	1,537,303	-38
Ciclohexanol (CA, EU)	1,576,962	660,867	-58
Ácido cianhídrico (CA, EU)	1,397,500	61,930	-96
Cianuros (CA, EU, MX)	1,319,546	948,183	-28
Fósforo total (CA)	1,296,185	1,490	-100
Etilén glicol (CA, EU)	1,196,509	867,408	-28
N-Metil-2-pirrolidona (CA, EU)	1,110,273	1,366,346	23
Tolueno (CA, EU)	894,759	521,445	-42
Azufre reducido total (CA)	–	79,325,490	38*
<b>Total, 21 principales contaminantes</b>	<b>397,916,600</b>	<b>326,975,956</b>	<b>-18</b>
<b>Total, todos los contaminantes emitidos por inyección subterránea</b>	<b>412,296,802</b>	<b>340,822,984</b>	<b>-17</b>
<b>Proporción (%), 21 principales contaminantes respecto del total de emisiones por inyección subterránea</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	

\* Variación porcentual calculada a partir de 2007 (primer año de registro del azufre reducido total en Canadá).

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

De las sustancias que se muestran en esta gráfica, sólo cinco están sujetas a registro en los programas RETC de los tres países. Probablemente lo más importante, dado que la inyección subterránea sólo se registra en Canadá y Estados Unidos, sea el hecho de que tres de estos contaminantes, entre los que se incluyen el ácido sulfhídrico (o sulfuro de hidrógeno) y el azufre reducido total —ambos registrados en volúmenes sumamente elevados—, están sujetos a registro en el RETC canadiense pero no en el estadounidense.

### 2.5.1 Principales sectores que registraron emisiones por inyección subterránea en Canadá y Estados Unidos, 2005-2010

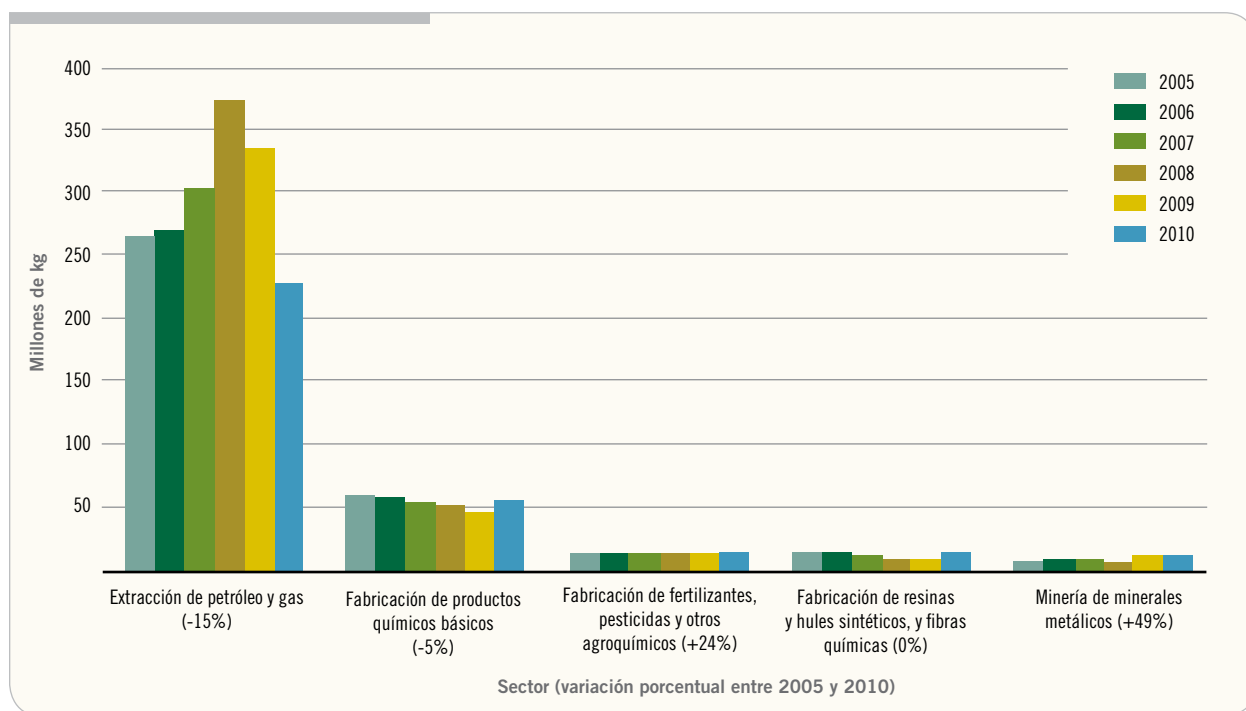
La gráfica 19 presenta los cinco principales sectores en Canadá y Estados Unidos que registraron emisiones por inyección subterránea en el periodo 2005-2010. Estos sectores fueron responsables de 325,903,515 kg, o casi 96% del total en 2010, de los que 226.8 millones de kg (más de 66%) correspondieron tan sólo a la industria de extracción de petróleo y gas. Como se mencionó ya, este sector de industrial no está sujeto a registro en el TRI de Estados Unidos.

La gráfica 20 ilustra el predominio del sector de extracción de petróleo y gas en términos de emisiones por inyección

subterránea en Canadá, aun si éstas disminuyeron 15% entre 2005 y 2010. Sólo diez sectores en Canadá registraron emisiones por inyección subterránea a lo largo de este periodo.

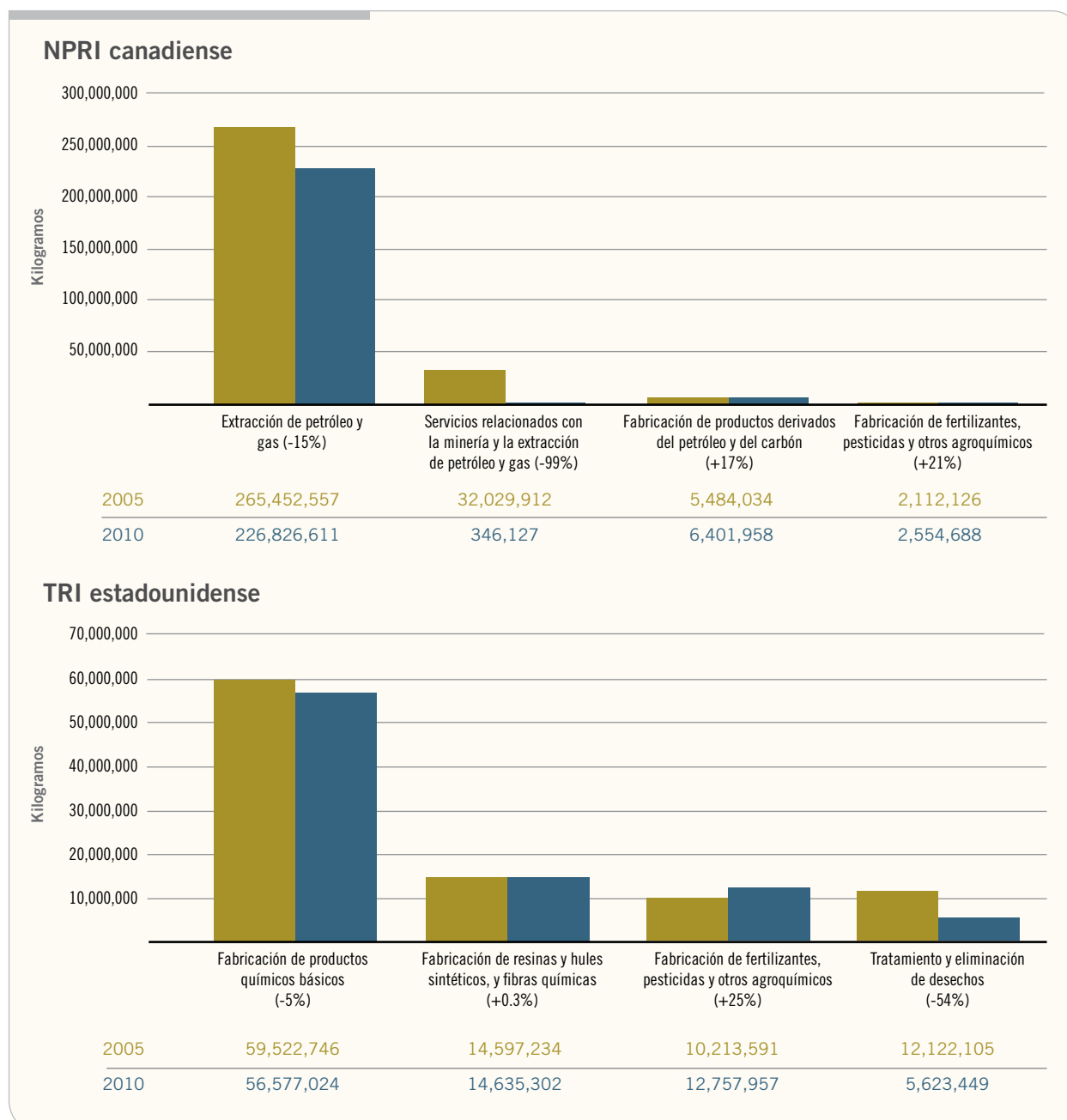
En Estados Unidos, el sector que mayores emisiones por inyección subterránea registró fue el de fabricación de productos químicos básicos, con una disminución de 5% en estas emisiones entre 2005 y 2010. El número de plantas de esta industria que presentaron informes se mantuvo prácticamente sin cambios en ambos años. El sector dedicado al tratamiento y eliminación de desechos en este país también registró una reducción de 54% a lo largo de este periodo. Sólo cinco plantas industriales pertenecientes a este sector registraron emisiones por inyección subterránea en 2005 y, de éstas, dos instalaciones en Texas fueron responsables de la mayor parte de este decremento. Asimismo, hubo un incremento de 49% en las emisiones por inyección subterránea registradas por la minería de minerales metálicos de Estados Unidos, en respuesta al registro por parte de la operación de extracción de plata Hecla Greens Creek en Alaska, la planta con mayores registros entre las seis instalaciones estadounidenses dedicadas a la minería de minerales metálicos que registraron emisiones por inyección subterránea a lo largo de este periodo.

Gráfica 19. Principales sectores industriales que presentaron informes de emisiones por inyección subterránea en América del Norte,\* 2005-2010



\* La inyección subterránea no está sujeta a registro en el RETC mexicano.  
 Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Gráfica 20. Sectores industriales que registraron los mayores volúmenes de emisiones por inyección subterránea en Canadá y Estados Unidos,\* 2005 y 2010



\* La inyección subterránea no está sujeta a registro en el *RETC* mexicano.

*Nota:* Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas *RETC* de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

El cuadro 22 presenta los principales contaminantes emitidos mediante inyección subterránea por los cinco principales sectores industriales, que en conjunto sumaron casi 96% del total de emisiones por inyección subterránea registradas por plantas industriales canadienses y estadounidenses en 2010. Muestra también cómo cambiaron estas emisiones entre 2005 y 2010, al igual que su distribución entre ambos países. En el cuadro se observan con claridad los efectos de diferencias clave en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de estos dos países, sobre todo respecto de la omisión de registro por parte del sector de extracción de petróleo y gas en Estados Unidos, así como la ausencia de registro del ácido sulfhídrico (o sulfuro de hidrógeno) y el azufre reducido total (en inglés: *total reduced sulfur*, TRS), dos de los contaminantes con registros de volúmenes más elevados en Canadá.

En 2010, el sector de extracción de petróleo y gas en Canadá registró más de 99% del total de emisiones por inyección subterránea de ácido sulfhídrico, emisiones que registraron una disminución de 48% entre 2005 y 2010. Dos plantas procesadoras de gas dieron cuenta de la mayor parte de este decremento: la planta Rainbow Lake Gas Plant de Husky Oil, en Alberta, y la Stoddart 02-34 Sour Gas Plant de Canadian

Natural Resources, en Columbia Británica. En conjunto, ambas instalaciones registraron en 2005 más de 95 millones de kg de ácido sulfhídrico emitido por inyección subterránea, o aproximadamente 37% del total, pero ninguna emisión de este tipo en 2010. Ahora bien, estas mismas plantas industriales registraron incrementos de gran magnitud en términos de emisiones de ácido sulfhídrico enviadas fuera de sitio para disposición en 2010.

Los volúmenes más elevados de emisiones por inyección subterránea de contaminantes provenientes del sector de extracción de petróleo y gas canadiense correspondieron a ácido sulfhídrico y azufre reducido total. Como ya se mencionó, estos dos contaminantes están estrechamente relacionados: el ácido sulfhídrico es el principal de los compuestos de azufre reducido que se registran como TRS, y además está sujeto a registro por separado. De hecho, los datos relativos a este sector correspondientes a 2007 (año en que el TRS se agregó a la lista de sustancias del NPRI) muestran que algunas plantas industriales que registran los mayores volúmenes de emisiones por inyección subterránea informaron exactamente las mismas cantidades tanto de ácido sulfhídrico como de TRS, lo que sugiere una probable cuantificación por duplicado. Como resultado, el NPRI sometió

Cuadro 22. Sectores industriales que registraron las mayores emisiones por inyección subterránea y principales contaminantes registrados en Canadá y Estados Unidos, 2010

Sector industrial (código SCIAN-4)	Emisiones por inyección subterránea, 2010 (kg)	Contaminante	Emisiones por inyección subterránea, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	NPRI canadiense (%)	TRI estadounidense (%)
Extracción de petróleo y gas (2111)	226,826,611	Ácido sulfhídrico (CA, MX)	132,870,129	-48	100	–
		Azufre reducido total (CA)	78,737,513	37*	100	–
		Metanol (CA, EU)	12,284,369	129	100	–
Fabricación de productos químicos básicos (3241)	56,663,807	Amoniaco total (CA, EU)	9,665,867	-16	–	100
		Acetonitrilo (CA, EU)	8,630,673	14	–	100
		Ácido nítrico/compuestos nitrados (CA, EU)	7,737,925	-16	–	100
Fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímico (3253)	15,312,645	Formaldehído (CA, EU, MX)	4,581,591	27	–	100
		Ácido nítrico/compuestos nitrados (CA, EU)	3,988,795	50	6	94
		Ácido fórmico (CA, EU)	2,902,991	23	–	100
Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas (3252)	14,635,302	Ácido nítrico/compuestos nitrados (CA, EU)	11,026,107	2	–	100
		Ácido fórmico (CA, EU)	2,596,341	60	–	100
		Alcohol n-butílico (CA, EU)	231,271	-58	–	100
Minería de minerales metálicos (2122)	12,465,150	Zinc y compuestos (CA, EU)	7,711,070	55	–	100
		Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	4,092,070	56	–	100
		Arsénico (y compuestos) (CA, EU, MX)	635,029	54	–	100
<b>Total, cinco principales sectores</b>	<b>325,903,515</b>	<b>Total, principales contaminantes</b>	<b>287,691,742</b>			
<b>Proporción (%), cinco principales sectores respecto del total de emisiones por inyección subterránea</b>	<b>96</b>					

\* Variación porcentual calculada desde 2007 (primer año de registro del azufre reducido total en Canadá).

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



estos datos a revisión con el objetivo de aportar orientación adicional respecto de la presentación de informes para este sector y otros que registran estos contaminantes.

Las emisiones por inyección subterránea de metanol registradas por este sector, y en especial por las plantas procesadoras de gas localizadas en Alberta, aumentaron entre 2005 y 2010. Esta sustancia tóxica se utiliza en la producción de varias sustancias químicas y, con mayor frecuencia, como materia prima en la producción de éter metil terbutílico (MTBE, por sus siglas en inglés), aditivo para la gasolina; se trata también de un componente común de los líquidos empleados en la fractura hidráulica, actividad que no está sujeta a registro en ninguno de los tres programas RETC.

La mayoría de las emisiones por inyección subterránea registradas por el resto de los principales sectores que se muestran en el cuadro 22 corresponden a de plantas industriales de Estados Unidos. Al igual que en Canadá, una cantidad relativamente pequeña de industrias estadounidenses (es decir, un máximo de 25 entre 2005 y 2010) recurren a la inyección subterránea como método para el manejo de desechos. A diferencia de otros sectores estadounidenses que se muestran en este cuadro, los cuales registraron emisiones por inyección subterránea de sustancias como amoníaco y ácido nítrico y compuestos nitrados, la minería de minerales metálicos registró grandes volúmenes de metales: zinc, plomo y arsénico y sus compuestos (con un marcado aumento en estas emisiones de 2005 a 2010).

La inyección subterránea es un método para el manejo de desechos empleado por varios sectores específicos, como la industria química y la de extracción de petróleo y gas. Existe el debate sobre si la inyección de metales y otros desechos en pozos profundos por debajo del nivel de los acuíferos de agua dulce puede llevarse a cabo de manera segura, evitando que los contaminantes se trasminen o migren hacia

la superficie, se incorporen a cuerpos de agua dulce y contaminen pozos.

## 2.6 Emisiones fuera de sitio para disposición final registradas, 2005-2010

Las emisiones fuera de sitio para disposición final<sup>21</sup> registradas fueron las responsables de 17% del total de emisiones y transferencias en 2010, con un registro por parte de plantas industriales de América del Norte correspondiente a 930,493,737 kg, lo que equivale a un incremento de 42% en comparación con los niveles de 2005.

El cuadro 23 presenta las emisiones fuera de sitio para disposición registradas, año por año, por plantas industriales de América del Norte entre 2005 y 2010. Además, muestra las diferencias entre los tres países en términos de cantidades registradas, así como la dirección de los cambios observados en el periodo 2005-2010. Por ejemplo, los datos muestran que el considerable incremento en estas emisiones obedece a la presentación de informes en Canadá, mientras que las emisiones registradas en Estados Unidos y México disminuyeron. Del total de América del Norte para 2005, las plantas industriales canadienses dieron cuenta de casi 49%, poco más de 44% correspondió a las estadounidenses y 7% a las mexicanas; para 2010, los establecimientos en Canadá fueron responsables de casi 78%, en Estados Unidos de aproximadamente 22% y en México de 0.5 por ciento.

La gráfica 21 presenta los principales contaminantes emitidos fuera de sitio para disposición, y los cambios en las cantidades registradas entre 2005 y 2010. En esta lista se incluye el azufre reducido total que las plantas industriales en Canadá empezaron a registrar en 2007 como resultado de la incorporación de la sustancia al NPRI. Estas 21 sustancias dieron cuenta de 96 y 97 por ciento, respectivamente, del total de emisiones fuera de sitio para disposición registradas en 2005 y 2010.

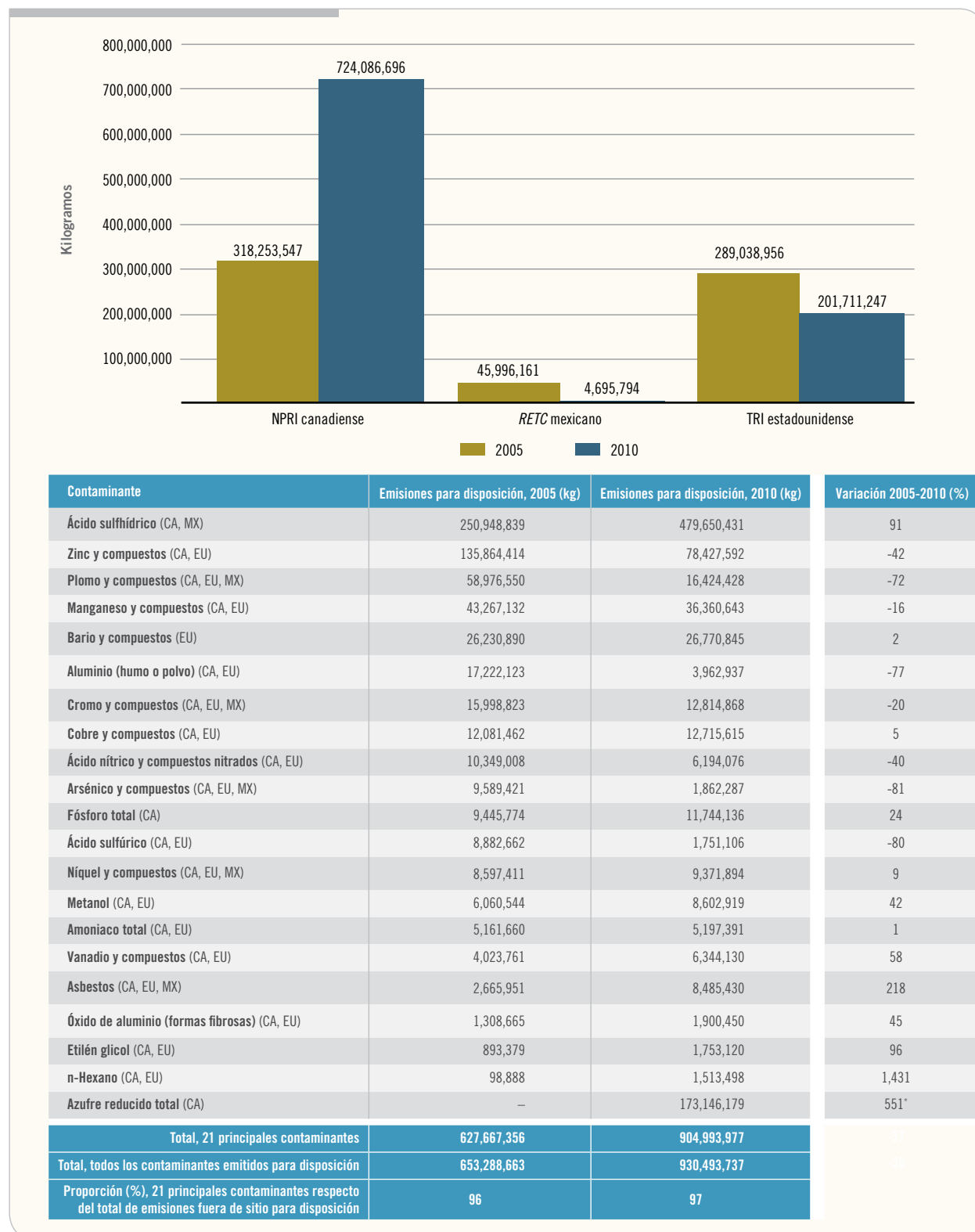
Cuadro 23. Emisiones fuera de sitio para disposición final registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010

RETC	Emisiones para disposición, 2005 (kg)	Emisiones para disposición, 2006 (kg)	Emisiones para disposición, 2007 (kg)	Emisiones para disposición, 2008 (kg)	Emisiones para disposición, 2009 (kg)	Emisiones para disposición, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Número de contaminantes registrados	
								2005	2010
NPRI canadiense	318,253,547	369,967,875	434,038,888	559,369,315	539,594,725	724,086,696	128	111	120
RETC mexicano	45,996,161	2,632,089	11,250,368	19,747,212	43,248,981	4,695,794	-90	51	49
TRI estadounidense	289,038,956	299,370,770	306,643,881	259,694,181	178,018,104	201,711,247	-30	318	321
<b>Total, América del Norte</b>	<b>653,288,663</b>	<b>671,970,735</b>	<b>751,933,138</b>	<b>838,810,708</b>	<b>760,861,811</b>	<b>930,493,737</b>	<b>42</b>	<b>355</b>	<b>366</b>

*Nota:* Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

21. El término "emisiones fuera de sitio para disposición final" utilizado en *En balance* combina una serie de métodos diversos dadas las diferencias en cuanto a la terminología empleada por cada programa RETC. Cabe observar que el término comprende algunos de los mismos métodos que se utilizan en sitio, como inyección subterránea y disposición, ya sea en condiciones de confinamiento o sin confinamiento.

Gráfica 21. Emisiones fuera de sitio para disposición registradas en Canadá, Estados Unidos y México, y principales contaminantes registrados, 2005 y 2010



\* Variación porcentual calculada a partir de 2007 (primer año de registro del azufre reducido total en Canadá).

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Las emisiones para disposición final de ocho de estos contaminantes disminuyeron entre 2005 y 2010 —en algunos casos, de manera marcada (por ejemplo, plomo y arsénico y sus compuestos, y aluminio)—, mientras que otros registraron incrementos muy significativos a lo largo del periodo. Dos contaminantes —azufre reducido total y ácido sulfhídrico (o sulfuro de hidrógeno)— se registraron en volúmenes sumamente elevados en 2010 pero, como se indica, no están sujetos a registro en los tres países. De hecho, sólo cinco de los 21 contaminantes principales de la lista están sujetos a registro en los tres programas RETC.

### 2.6.1 Principales sectores que registraron emisiones fuera de sitio para disposición en América del Norte, 2005-2010

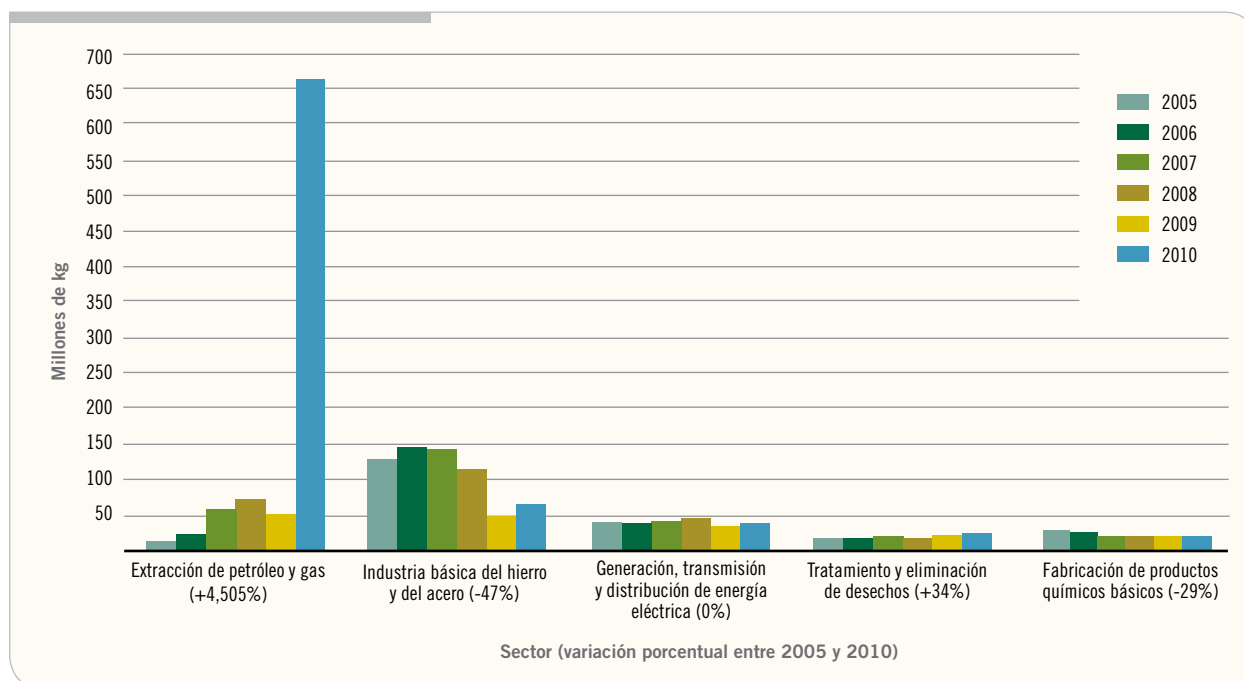
Los cinco sectores industriales en América del Norte que registraron los mayores volúmenes de emisiones totales fuera de sitio para disposición final entre 2005 y 2010 se muestran en la gráfica 22. En conjunto, estos sectores dieron cuenta en 2010 de 816,323,493 kg, lo que equivale a casi 88% del total de estas emisiones.

Esta gráfica muestra el marcado incremento observado en 2010 en las emisiones para disposición registradas por el sector de extracción de petróleo y gas; por sí solo este sector

registró más de 71% del total de las emisiones para disposición en América del Norte ese año. Prácticamente la totalidad de estas emisiones correspondió a plantas canadienses y gran parte del incremento puede atribuirse a cuatro establecimientos que, en conjunto, dieron cuenta de aproximadamente 645 millones de kg en términos de emisiones para disposición en 2010 (casi 97% del total de este sector). De estas cuatro instalaciones, tres no presentaron informes en 2005. La principal planta que presentó registros en este sector en 2010 —la gasera Spectra Kwoen en Columbia Británica— había en los años anteriores clasificado sus emisiones conforme al código SCIAN correspondiente a servicios relacionados con la minería y extracción de petróleo y gas; sin embargo, en conformidad con directivas proporcionadas por el NPRI, la planta cambió su designación sectorial a partir de 2010.

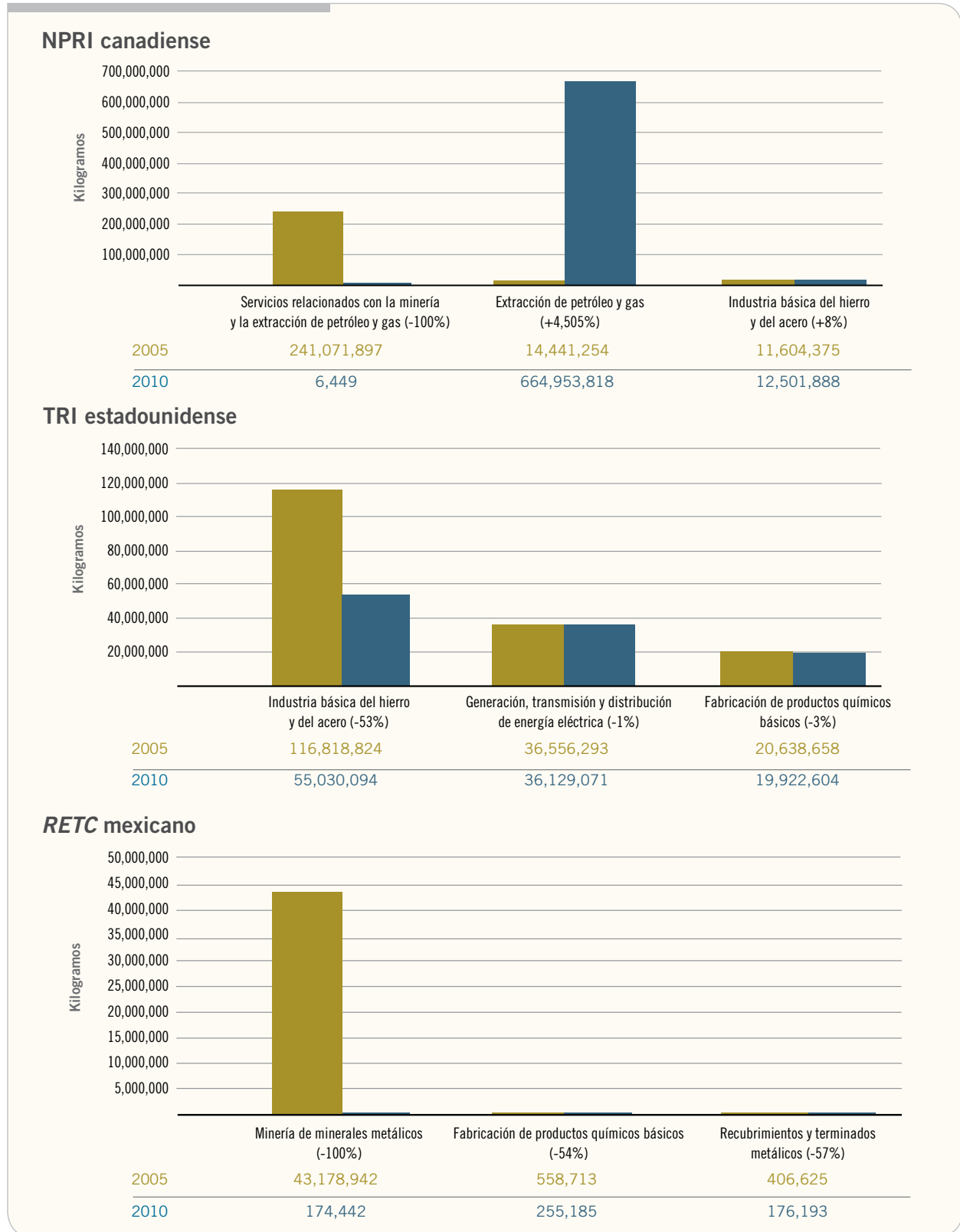
La gráfica 23 presenta los principales sectores que registraron emisiones fuera de sitio para disposición en cada país. Muestra, además, que en México el sector de la minería de minerales metálicos (sector que notificó los mayores volúmenes de emisiones fuera de sitio para disposición final en este país en 2005) registró una importante disminución en el periodo comprendido entre 2005 y 2010. Gran parte de este El Reglamento Integrado puede atribuirse a dos plantas industriales: la operación minera de plata Compañía Fresnillo en Chihuahua y la de plomo y zinc Compañía Minera

Gráfica 22. Principales sectores industriales que presentaron informes de emisiones fuera de sitio para disposición en América del Norte, 2005-2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Gráfica 23. Principales sectores industriales que presentaron informes de emisiones para disposición final en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Nuevo Monte en Hidalgo. En conjunto, estas plantas dieron cuenta de casi el total de emisiones fuera de sitio para disposición final registradas por este sector en 2005; sin embargo, la primera planta no presentó informes después de 2005 (y, como ya se mencionó, está investigando posibles errores de registro en los datos correspondientes a 2005), en tanto que la segunda no notificó al registro después de 2007 y, desde entonces, dejó de operar (véase el cuadro 8).

El decremento en las emisiones fuera de sitio para disposición final registradas en Estados Unidos se debió a la disminución de más de 50% que la industria básica del hierro y del acero registró entre 2005 a 2010. Las plantas industriales que registraron mayores volúmenes de emisiones dentro de este sector fueron Nucor Steel y Steel Dynamics, localizadas en Indiana. Ambas declararon cantidades considerables similares, tanto en 2005 como en 2010; sin embargo, en 2010 los contaminantes se transfirieron para reciclaje, y no para disposición.

El cuadro 24 presenta los principales contaminantes emitidos fuera de sitio para disposición por los cinco sectores de América del Norte que, en conjunto, fueron responsables de aproximadamente 88% de todas estas emisiones en 2010. Muestra también cómo cambiaron estas emisiones entre

2005 y 2010, así como su distribución entre los tres países. Este cuadro ilustra los efectos de las diferencias en los requisitos de registro entre los tres RETC nacionales, tanto para contaminantes como para sectores, en las emisiones para disposición registradas por plantas industriales en América del Norte. Por ejemplo, de los principales contaminantes sólo cuatro están sujetos a registro en México, donde las emisiones fuera de sitio para disposición final registradas fueron escasas. Menos de 1% de las emisiones de ácido sulfhídrico generadas por el sector de extracción de petróleo y gas se registraron en este país. A excepción de los cerca de 106,000 kg registrados en 2009, este sector mexicano informó de un máximo de 60,000 kg al año en emisiones y transferencias de todas las sustancias a lo largo del periodo 2005-2010 (la mayoría de ellas emisiones al aire registradas).

En Canadá, los mayores volúmenes de emisiones fuera de sitio para disposición final registrados por el sector de extracción de petróleo y gas correspondieron a ácido sulfhídrico (o sulfuro de hidrógeno) y azufre reducido total (en inglés: *total reduced sulfur*, TRS). Al igual que en el caso de las emisiones por inyección subterránea registradas por este sector, algunas de las plantas industriales que registraron las mayores emisiones fuera de sitio para disposición informaron exactamente las mismas cantidades de ácido sulfhídrico y TRS, lo cual es

Cuadro 24. Sectores industriales que registraron las mayores emisiones para disposición final, y principales contaminantes registrados en América del Norte, 2010

Sector industrial (código SCIAN-4)	Emisiones para disposición, 2010 (kg)	Contaminante	Emisiones para disposición, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	NPRI canadiense (%)	RETC mexicano (%)	TRI estadounidense (%)
Extracción de petróleo y gas (2111)	664,974,765	Ácido sulfhídrico (CA, MX)	479,624,522	4,439	100	0	–
		Azufre reducido total (CA)	173,140,605	551*	100	–	–
		Metanol (CA, EU)	6,083,249	90	100	–	–
Industria básica del hierro y del acero (3311)	67,735,221	Zinc y compuestos (CA, EU)	42,879,313	-56	16	–	84
		Manganeso y compuestos (CA, EU)	14,022,430	-22	21	–	79
		Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	2,435,632	-56	19	0	81
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (2211)	38,626,043	Bario y compuestos (EU)	22,376,547	4	–	–	100
		Manganeso y compuestos (CA, EU)	4,231,980	-1	21	–	79
		Vanadio y compuestos (CA, EU)	3,521,065	10	16	–	84
Tratamiento y eliminación de desechos (5622)	23,901,978	Zinc y compuestos (CA, EU)	6,396,020	90	13	–	87
		Asbestos (CA, EU, MX)	3,129,075	23,005	98	–	2
		Cobre y compuestos (CA, EU)	1,971,182	8	38	–	62
Fabricación de productos químicos básicos (3251)	21,085,487	Manganeso y compuestos (CA, EU)	4,299,221	-11	8	–	92
		Cobre y compuestos (CA, EU)	4,103,569	294	0	–	100
		Níquel y compuestos (CA, EU, MX)	1,993,484	237	0	0	100
<b>Total, cinco principales sectores</b>	<b>816,323,493</b>	<b>Total, principales contaminantes</b>	<b>770,207,896</b>				
<b>Proporción (%), cinco principales sectores respecto del total de emisiones fuera de sitio para disposición</b>	<b>88</b>						

\* Variación porcentual calculada desde 2007 (primer año de registro del azufre reducido total en Canadá).

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

indicio de una probable duplicación en la cuantificación. El NPRI sometió estos datos a revisión a fin de proporcionar orientación adicional sobre la preparación de informes a este y otros sectores que manejan ambos contaminantes.

Además de las señaladas emisiones fuera de sitio para disposición registradas por la industria básica del hierro y el acero, principalmente en Estados Unidos, las centrales eléctricas en este país también fueron responsables de cuantiosas emisiones de metales para disposición final, incluidos más de 22 millones de kg de bario y sus compuestos (mismos que no están sujetos a registro en los RETC de Canadá ni en los de México).

Este cuadro muestra también un incremento considerable en las emisiones fuera de sitio para disposición final de asbestos registradas por el sector de tratamiento y eliminación de desechos, del que en gran medida dieron cuenta plantas industriales canadienses. De hecho, la mayor parte de este incremento puede atribuirse a una sola planta en la provincia de Ontario, que empezó a presentar informes en 2007. Esta planta registró la mayor parte de todas las emisiones fuera de sitio para disposición final de este contaminante.

## 2.7 Transferencias fuera de sitio registradas, 2005-2010

Las transferencias fuera de sitio para reciclaje, junto con otras transferencias (es decir, para tratamiento, recuperación de energía o alcantarillado),<sup>22</sup> dieron cuenta de 31% del total de emisiones y transferencias registradas en 2010. Las plantas industriales de América del Norte informaron 1,719,727,914 kg, es decir, un decremento de 8% en comparación con los niveles de 2005. De esta cantidad, casi 69% correspondió a transferencias para reciclaje. El conjunto de las transferencias fuera de sitio se presenta en el cuadro 25.

En este cuadro puede observarse que las transferencias fuera de sitio registradas por plantas industriales canadienses aumentaron entre 2005 y 2010, con el mayor incremento registrado en las transferencias para tratamiento. En Estados Unidos y México, las transferencias fuera de sitio disminuyeron, en términos generales, en este periodo. El decremento de 8% en las transferencias fuera de sitio registradas en América del Norte obedece a la presentación de informes en Estados Unidos, que representó 81% del total en 2005, pero casi 73% del total en 2010. Estos volúmenes se muestran en la gráfica 24.

Cuadro 25. Transferencias para reciclaje y otras transferencias registradas en los RETC de América del Norte, 2005-2010

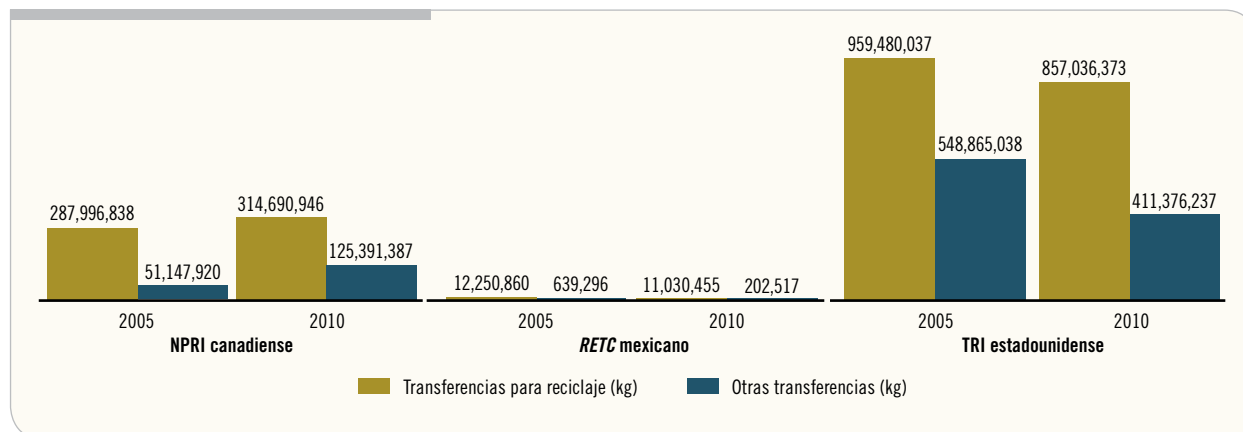
RETC	Clase de transferencia	2005 (kg)	2006 (kg)	2007 (kg)	2008 (kg)	2009 (kg)	2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
NPRI canadiense	Transferencias para reciclaje	287,996,838	367,243,959	393,418,566	334,692,771	338,068,807	314,690,946	9
	Otras transferencias (excepto metales)	51,147,920	48,632,111	41,048,987	58,726,305	51,142,593	125,391,387	145
	Para tratamiento	27,131,167	23,960,688	20,477,911	36,674,798	33,043,522	106,736,551	293
	Para alcantarillado o tratamiento	12,918,998	13,080,557	11,987,838	14,305,327	12,178,100	13,239,389	2
	Para recuperación de energía	11,097,755	11,590,866	8,583,238	7,746,180	5,920,972	5,415,448	-51
RETC mexicano	Transferencias para reciclaje	12,250,860	4,301,382	5,740,531	12,062,700	10,454,526	11,030,455	-10
	Otras transferencias (excepto metales)	639,296	891,057	413,448	571,276	238,404	202,517	-68
	Para tratamiento	74,755	73,366	135,897	349,767	67,124	63,877	-15
	Para alcantarillado o tratamiento	242	507	19	46	362	436	80
	Para recuperación de energía	564,299	817,184	277,531	221,464	170,918	138,203	-76
TRI estadounidense	Transferencias para reciclaje	959,480,037	996,943,819	963,963,949	896,547,624	739,740,400	857,036,373	-11
	Otras transferencias (excepto metales)	548,865,038	518,163,124	483,229,907	435,591,243	367,790,854	411,376,237	-25
	Para tratamiento	152,693,617	147,733,066	129,737,835	115,186,424	102,671,292	112,308,269	-26
	Para alcantarillado o tratamiento	120,124,600	118,157,229	114,980,193	115,725,886	98,633,884	104,557,900	-13
	Para recuperación de energía	276,046,821	252,272,830	238,511,879	204,678,933	166,485,678	194,510,068	-30
Total, América del Norte	Transferencias para reciclaje	1,259,727,734	1,368,489,160	1,363,123,046	1,243,303,095	1,088,263,733	1,182,757,774	-6
	Otras transferencias (excepto metales)	600,652,254	567,686,293	524,692,341	494,888,824	419,171,852	536,970,141	-11
	Total, todas las transferencias	1,860,379,989	1,936,175,453	1,887,815,387	1,738,191,920	1,507,435,585	1,719,727,914	-8

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

22. Con el propósito de homologar los datos que se clasifican de forma distinta en cada uno de los tres programas RETC, "otras transferencias" excluyen los metales enviados a tratamiento, recuperación de energía, alcantarillado o plantas de tratamiento de aguas residuales. Si se desea consultar más información, véase el apéndice 1.



Gráfica 24. Transferencias para reciclaje y otras transferencias registradas en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

El cuadro 26 presenta los principales contaminantes transferidos fuera de sitio entre 2005 y 2010, lo mismo para reciclaje que para otras modalidades de manejo.

Los diez principales contaminantes transferidos para reciclaje representaron 90 y 92 por ciento en 2005 y 2010, respectivamente, del total de las transferencias para tal fin; cada

año cerca de 90% del total de estos contaminantes correspondió a compuestos metálicos. La mayoría de estos contaminantes transferidos —a excepción de zinc, manganeso y cromo (y sus compuestos)— registró decrementos a lo largo del periodo. Cabe señalar que muchos establecimientos optan por reciclar metales dado su alto valor de mercado y también para recuperar parte de los elevados costos de estos insumos.<sup>23</sup>

Cuadro 26. Principales contaminantes registrados como transferencias para reciclaje y otras transferencias en América del Norte, 2005-2010

Contaminante	Transferencias para reciclaje, 2005 (kg)	Transferencias para reciclaje, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Contaminante	Otras transferencias (excepto metales), 2005 (kg)	Otras transferencias (excepto metales), 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Cobre y compuestos (CA, EU)	335,537,034	271,417,257	-19	Metanol (CA, EU)	114,301,833	81,765,295	-28
Zinc y compuestos (CA, EU)	232,333,621	290,216,625	25	Ácido nítrico y compuestos nitrados (CA, EU)	80,496,753	67,223,219	-16
Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	192,799,213	172,808,501	-10	Tolueno (CA, EU)	69,446,138	51,124,205	-26
Manganeso y compuestos (CA, EU)	83,729,375	94,295,640	13	Xilenos (CA, EU)	51,327,726	69,734,430	36
Cromo y compuestos (CA, EU, MX)	73,951,815	82,440,520	11	Etilén glicol (CA, EU)	21,134,478	18,374,290	-13
Níquel y compuestos (CA, EU, MX)	73,886,623	66,300,180	-10	Etileno (CA, EU)	12,276,047	14,022,033	14
Ácido sulfúrico (CA, EU)	72,339,458	60,399,729	-17	Amoniaco total (CA, EU)	10,776,237	12,657,515	17
Etilén glicol (CA, EU)	36,816,433	30,350,377	-18	Ácido sulfúrico (CA, EU)	2,907,129	14,647,419	404
Xilenos (CA, EU)	19,369,014	8,872,640	-54	1,2-Diclorobenceno (CA, EU, MX)	530,760	17,026,422	3,108
Tolueno (CA, EU)	16,005,048	9,801,089	-39	1,1,2-Tricloroetano (CA, EU, MX)	234,645	14,230,314	5,965
<b>Total, diez principales contaminantes</b>	<b>1,136,767,634</b>	<b>1,086,902,559</b>		<b>Total, diez principales contaminantes</b>	<b>363,431,745</b>	<b>360,805,143</b>	
<b>Total, todos los contaminantes transferidos para reciclaje</b>	<b>1,259,727,734</b>	<b>1,182,757,774</b>		<b>Total, todos los contaminantes, otras transferencias</b>	<b>600,652,254</b>	<b>536,970,141</b>	
<b>Proporción (%), principales contaminantes respecto del total transferencias para reciclaje</b>	<b>90</b>	<b>92</b>		<b>Proporción (%), principales contaminantes respecto del total de otras transferencias</b>	<b>61</b>	<b>67</b>	

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

23. CCA (2011), *En balance: Emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte 13*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.

Las cantidades totales de los diez principales contaminantes que se transfirieron con otros fines (para recuperación de energía, al alcantarillado o para otro tipo de tratamiento) presentaron ligeras disminuciones entre 2005 y 2010. Cuatro de estos contaminantes principales fueron los mismos que los que se enviaron para reciclaje, a saber: tolueno, etilén glicol, xilenos y ácido sulfúrico, y aunque las transferencias para reciclaje de xilenos y ácido sulfúrico disminuyeron entre 2005 y 2010, las transferencias de estas sustancias para otros tratamientos aumentaron considerablemente. De los principales contaminantes que se muestran en este cuadro, sólo cinco están sujetos a registro en los RETC de los tres países.

### 2.7.1 Principales sectores que registraron transferencias fuera de sitio en América del Norte, 2005-2010

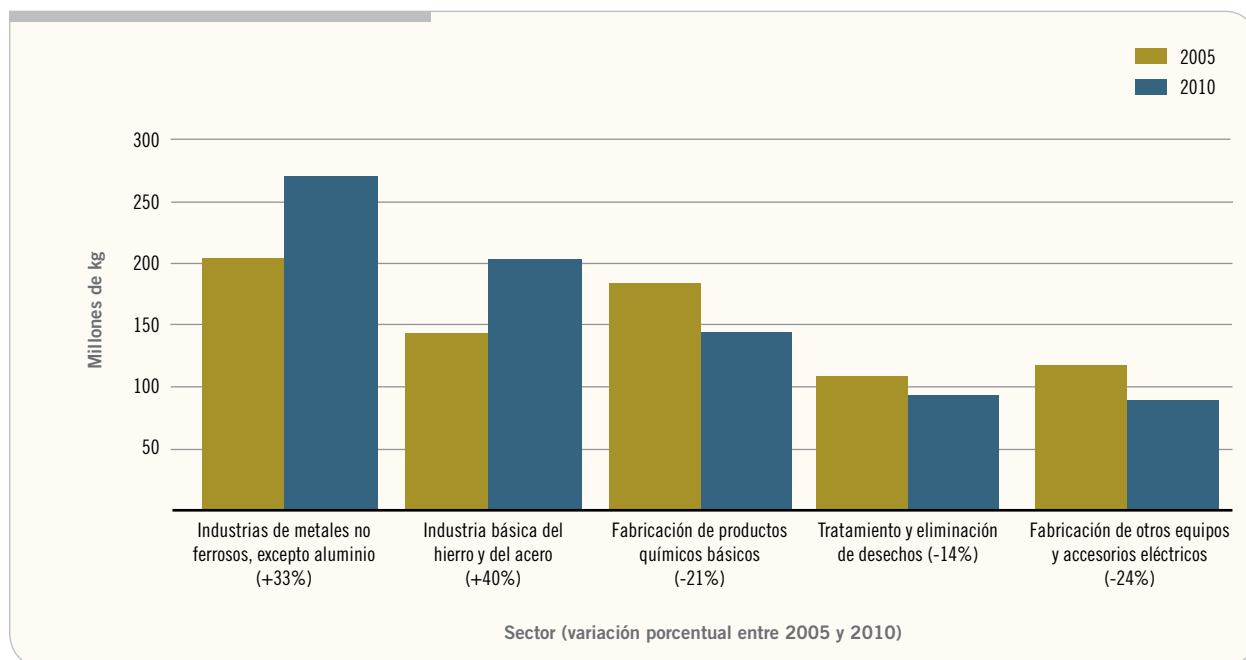
Los cinco sectores industriales de América del Norte que registraron los mayores volúmenes de transferencias totales fuera de sitio entre 2005 y 2010 se muestran en la gráfica 25. Estos sectores dieron cuenta de poco más de 760 millones de kg, o aproximadamente 41% del total de transferencias registradas en 2010.

Esta gráfica muestra que las transferencias fuera de sitio realizadas por las industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio y la industria básica del hierro y el acero, aumentaron

considerablemente entre 2005 y 2010, mientras que las transferencias de otros sectores principales decrecieron en este mismo periodo. Sin embargo, hubo diferencias entre los tres países en términos de los principales sectores que presentaron informes de transferencias fuera de sitio, según muestra la gráfica 26.

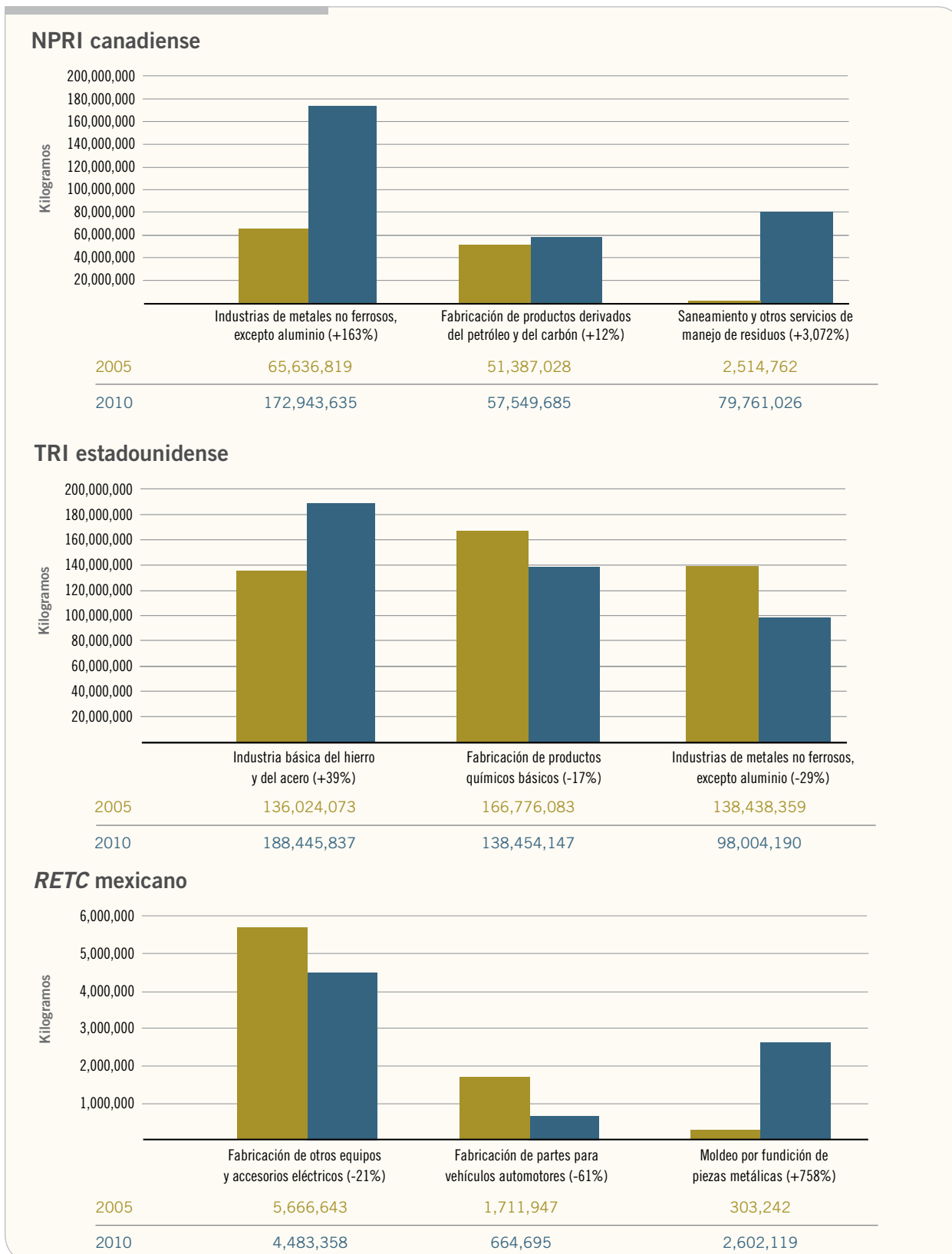
Esta gráfica muestra que el aumento en las transferencias fuera de sitio de las industrias de metales no ferrosos tuvo su origen en la presentación de informes en Canadá, cuyas plantas registraron un incremento de 163 por ciento. Gran parte de este incremento obedece al registro de la planta Kidd Metallurgical Site de Xstrata Canada, ubicada en el norte de Ontario, que comprende una instalación de fundición de cobre y refinería de metales extraídos en sus operaciones de extracción cercanas. Esta planta representó más de 70% de todas las transferencias fuera de sitio para reciclaje registradas por este sector en 2010. En contraste, las transferencias fuera de sitio registradas por las industrias de metales no ferrosos en Estados Unidos disminuyeron 29% entre 2005 y 2010. La industria básica del hierro y el acero en este país registró un incremento de 39%, del cual dieron cuenta varias de las principales plantas que presentaron informes dentro de ese sector, entre otras: la planta Steel Dynamics en Indiana y cerca de diez plantas de Nucor Steel (principalmente como transferencias para reciclaje).

Gráfica 25. Principales sectores industriales que presentaron informes de transferencias para reciclaje y otras transferencias en América del Norte, 2005 y 2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Gráfica 26. Principales sectores industriales que presentaron informes de transferencias para reciclaje y otras transferencias en Canadá, Estados Unidos y México, 2005 y 2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Asimismo, se registró un incremento notorio en las transferencias fuera de sitio registradas por el sector canadiense de manejo de desechos y servicios de remediación. La mayor parte de este incremento puede atribuirse a la planta EnviroSort Inc., ubicada en Red Deer, Alberta, y propiedad de Clean Harbors Canada, que empezó a presentar registros en 2009. Esta planta informó sobre transferencias para tratamiento por más de 75 millones de kg de los 91.8 millones de kg totales registrados por este sector en 2010.

En México, los dos principales sectores que presentaron informes mostraron decrementos en las transferencias fuera de sitio registradas en este periodo. En esta clase de transferencias predominó el otro sector de fabricación de equipos y accesorios eléctricos, que registró una reducción de 21% entre 2005 y 2010. Dos de las plantas industriales que dieron cuenta de la mayor parte de las transferencias fuera de sitio para reciclaje en 2005 de este sector no informaron al registro en 2010. Estas plantas pertenecen a la empresa Enertec y se ubican en Guanajuato y Nuevo León.

El sector de moldeo por fundición de piezas metálicas en México registró un incremento considerable en términos de transferencias fuera de sitio. Con no más de once plantas industriales que presentaron registro, las transferencias para reciclaje registradas por dos de las principales plantas en 2010 —la planta LBQ Foundry en Querétaro y la planta acerera y de laminación Deacero-Celaya en Guanajuato— dieron cuenta de casi 87% del total de transferencias fuera de sitio registradas por el sector ese año.

### 2.7.2 Transferencias transfronterizas registradas, 2006-2010

Algunas de las transferencias fuera de sitio registradas por las plantas industriales de América del Norte ocurrieron a través de las fronteras nacionales e incluyeron contaminantes transferidos para disposición, reciclaje, tratamiento o recuperación de energía. Los datos integrados de las transferencias transfronterizas de los tres programas RETC están disponibles a partir del año de registro 2006.

En 2010, casi 125 millones de kg de contaminantes se transfirieron a través de las fronteras de América del Norte, cantidad que significó una disminución de aproximadamente 46% respecto de los niveles de 2006. Estas transferencias se muestran en la gráfica 27.

Esta gráfica muestra que, entre 2006 y 2010, plantas industriales canadienses transfirieron contaminantes a Estados Unidos, pero no a México; de igual forma, establecimientos mexicanos transfirieron contaminantes a instalaciones estadounidenses,

pero no a canadienses. Esto es comprensible desde una perspectiva geográfica, dado que las transferencias entre Canadá y México implicarían más tiempo y mayores costos. Por su parte, plantas estadounidenses transfirieron contaminantes a establecimientos en Canadá y México a lo largo de este periodo.

Las transferencias procedentes de plantas canadienses hacia instalaciones en Estados Unidos representaron 78.3 millones de kg, o cerca de 63% del total de transferencias transfronterizas en 2010. Aproximadamente, tres cuartas partes de estas transferencias consistieron en ácido sulfúrico para reciclaje, principalmente procedentes del sector de fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón. Estas transferencias disminuyeron de manera notoria entre 2006 y 2010, debido principalmente a la refinería Irving Oil, ubicada en Nuevo Brunswick. Esta planta registró más de 56 millones de kg en transferencias transfronterizas de ácido sulfúrico enviadas a plantas estadounidenses en 2006, aunque sólo informó de 46,151 kg en 2010. La industria química canadiense también transfirió poco más de 14 millones de kg de ácido sulfúrico a plantas estadounidenses en 2006, aunque transfirió cerca de dos millones de kg en 2010.

Las plantas industriales mexicanas transfirieron 687,532 kg a Estados Unidos en 2010, volumen considerablemente menor en relación con los 1.77 millones de kg transferidos en 2006. Dos tercios de las transferencias en 2010 correspondieron a metales para reciclaje (sobre todo plomo y níquel y sus compuestos). El gran decremento registrado a lo largo de este periodo puede atribuirse básicamente a reducciones en las transferencias de plomo y sus compuestos procedentes de la planta de refacciones y accesorios eléctricos Power Sonic, ubicada en Baja California, que transfirió 1.44 millones de kg de estos compuestos en 2006 y casi un millón de kg en 2007, pero no registró nada en los años posteriores.

En Estados Unidos, plantas industriales transfirieron cerca de 9.2 millones de kg de contaminantes a Canadá en 2010, lo que refleja una disminución respecto de los 19.6 millones de kg registrados en 2006. El sector de fabricación de equipo de transporte y la industria química estadounidenses representaron, en conjunto, casi la mitad de todas estas transferencias. Aproximadamente 75% del total consistió en metales para reciclaje (el cobre y el manganeso y sus compuestos, en conjunto, dieron cuenta de 55% del total). Otro millón de kg de sustancias varias (por ejemplo, tolueno y tetracloroetileno) se transfirió a plantas canadienses para la recuperación de energía u otro tratamiento.

Asimismo, plantas industriales estadounidenses transfirieron más de 36 millones de kg a México en 2010; es decir,

Gráfica 27. Transferencias transfronterizas registradas en América del Norte, 2006-2010



*Nota:* Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

hubo una reducción respecto de los aproximadamente 45.5 millones de kg transferidos en 2006. La mayor parte de esta cantidad comprendió metales para reciclaje, de los cuales el zinc y sus compuestos representaron más de 80% del total. Todos los compuestos de zinc transferidos por la industria metálica básica de Estados Unidos se enviaron a la planta Zinc Nacional, en el estado de Nuevo León. Sin embargo, el

zinc y sus compuestos no están sujetos a registro en el RETC de México. De hecho, de los catorce contaminantes transferidos en 2010 desde plantas estadounidenses a México, sólo cinco están sujetos a registro en el sistema nacional de registro de este país (véase el cuadro 27). Por ello, no es posible llevar un seguimiento del manejo de estos contaminantes una vez que cruzan la frontera.

Cuadro 27. Principales contaminantes registrados transferidos de establecimientos estadounidenses a México, 2010

Contaminante	Transferencias para disposición, 2010 (kg)	Transferencias para reciclaje, 2010 (kg)
Zinc y compuestos (CA, EU)	–	29,674,364
Manganeso y compuestos (CA, EU)	120,109	3,219,645
Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	0	2,285,718
Cobre y compuestos (CA, EU)	9,076	311,832
Cromo y compuestos (CA, EU, MX)	1,802	307,731
Di(2-etilhexil) ftalato (CA, EU)	–	107,664
Aluminio (humo o polvo) (CA, EU)	–	81,800
Cadmio y compuestos (CA, EU, MX)	–	37,404
Níquel y compuestos (CA, EU, MX)	1,802	31,717
N-Metil-2-pirrolidona (CA, EU)	–	20,100
Bario y compuestos (EU)	1,228	1,843
Vanadio y compuestos (CA, EU)	832	2,167
Trióxido de molibdeno (CA, EU)	1,117	1,724
Mercurio y compuestos (CA, EU, MX)	12	331
<b>Total de transferencias, Estados Unidos a México</b>	<b>135,978</b>	<b>36,084,040</b>

*Nota:* Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.





lifts

blood clot  
San Antoni  
dist Hospit

198 Chew

finned rather than rough

growth?

be campus landlords:  
Here's some due di

increasingly, so  
e

gets

ci-

ned—

nuts. These wi

U.S. 41

e, Kerry  
Bush as

spense  
nation.

WORLD



## Emisiones al aire y el agua provenientes de la industria de fabricación de celulosa, papel y cartón, 2005-2010

Este capítulo presenta información y análisis más detallados sobre las emisiones de contaminantes que, con el tiempo, han registrado plantas industriales pertenecientes al sector de fabricación de celulosa, papel y cartón (código SCIAN 3221) en los registros de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC) de América del Norte. La razón por la que se seleccionó este sector industrial para un análisis más minucioso obedece a que, de 2005 a 2010, clasificó de manera sistemática entre los principales sectores de la región en términos de emisiones al aire (segundo lugar) y el agua (tercer lugar) registradas. Estas emisiones disminuyeron entre 2005 y 2010, en 19 y 6 por ciento, respectivamente.

Este análisis especial tiene como objetivo principal emprender un examen minucioso de las emisiones al aire y el agua registradas por este sector de 2005 a 2010, con miras a identificar los factores que impulsaron los cambios observados en sus emisiones y, de esta manera, entender mejor la posible relación que guardan los datos RETC y las iniciativas corporativas en el área de sustentabilidad ambiental.

Asimismo, se presentan en este capítulo los resultados de una breve encuesta que la CCA realizó entre algunas de las plantas de fabricación de celulosa, papel y cartón que de manera continua presentaron informes a sus respectivos RETC entre 2005 y 2010. Los puntos de vista que brindaron miembros de las cámaras o asociaciones de la industria de celulosa y papel de la región aportan un valioso contexto a los datos, sobre todo los relacionados con los desafíos económicos, técnicos y ambientales que enfrenta este sector en América del Norte.

### 3.1 Principales conclusiones

- Entre los sectores que presentaron registros a los RETC de América del Norte entre 2005 y 2010, el de fabricación de celulosa, papel y cartón sistemáticamente se colocó en segundo lugar en términos de emisiones al aire y en tercero por el volumen de sus descargas en aguas superficiales. Las plantas industriales dentro de este sector informaron acerca de más de 92.6 millones de kg en emisiones al aire en 2005 y de alrededor de 75 millones de kg en 2010, lo que representa una reducción de 19 por ciento. Asimismo, registraron
- emisiones al agua por cerca de 16.6 millones de kg en 2005, mismas que mostraron una disminución a cerca de 15.7 millones de kg en 2010 (decremento de 6 %).
- De las más de 500 plantas activas en América del Norte, entre 352 y 429 informaron cada año a los RETC de América del Norte a lo largo del periodo comprendido entre 2005 y 2010. En Canadá y Estados Unidos, países que dieron cuenta de los mayores volúmenes registrados por este sector, el total de plantas que presentaron registros disminuyó debido, en gran parte, al cierre de algunas operaciones manufactureras. Esta disminución contribuyó enormemente a las reducciones en emisiones al aire y el agua registradas a lo largo del periodo. En México, en cambio, aumentó el número de plantas que informaron al RETC.
- Las diferencias en los requisitos de registro de contaminantes entre los tres sistemas RETC nacionales, junto con la presentación de informes incompletos, repercutió en las cantidades y clases de contaminantes emitidos al aire y el agua registrados. Por ejemplo, algunos de los contaminantes típicos de este sector, como el metanol, muchas veces se registraron en un país únicamente. Estas lagunas se hicieron particularmente evidentes en México, donde las fábricas de celulosa, papel y cartón informaron sobre volúmenes muy bajos de emisiones totales al aire y el agua.
- La mayoría de los participantes en la encuesta que la CCA realizó entre plantas pertenecientes a este sector mencionó varios factores como impulsores de los cambios llevados a cabo en sus plantas entre 2005 y 2010. Entre tales factores figuran: cambios en la reglamentación gubernamental, adopción de prácticas de manejo ambiental, consideraciones de índole económica, correcciones o cambios en los cálculos de los datos RETC y una disminución en la producción. Los resultados del cuestionario aplicado muestran también que los establecimientos utilizan los datos RETC para nutrir información interna sobre su desempeño ambiental y cumplir con requisitos de los permisos de operación de las plantas.



- Los representantes de varias fábricas de papel y pulpa indicaron que los datos RETC se emplean en comunicados externos con el público. De algunos comentarios se desprende que las exigencias de clientes y consumidores tienen una función preponderante en las decisiones de una planta respecto del manejo ambiental, como la selección de sustancias químicas empleadas en sus plantas. Esto sugiere que, además de tener un amplio impacto, los datos RETC constituyen una herramienta útil no sólo para las plantas industriales, sino también para grupos de interés externos.

### 3.2 Panorama del sector de fabricación de celulosa y papel en América del Norte

El sector de fabricación de papel se ha transformado de manera considerable en los últimos veinte años como resultado de condiciones económicas y de mercado cambiantes, y sus avances tecnológicos se han orientado a atender cuestiones tanto de productividad como de medio ambiente. Tradicionalmente, los productos de celulosa y papel se vendían en países productores (en América del Norte: Canadá y Estados Unidos, y en Europa occidental: Suecia, Alemania y Finlandia); desde la década de 1990, sin embargo, se ha generado un comercio internacional floreciente para la celulosa y el papel y se ha observado un giro en los patrones de producción y consumo de papel

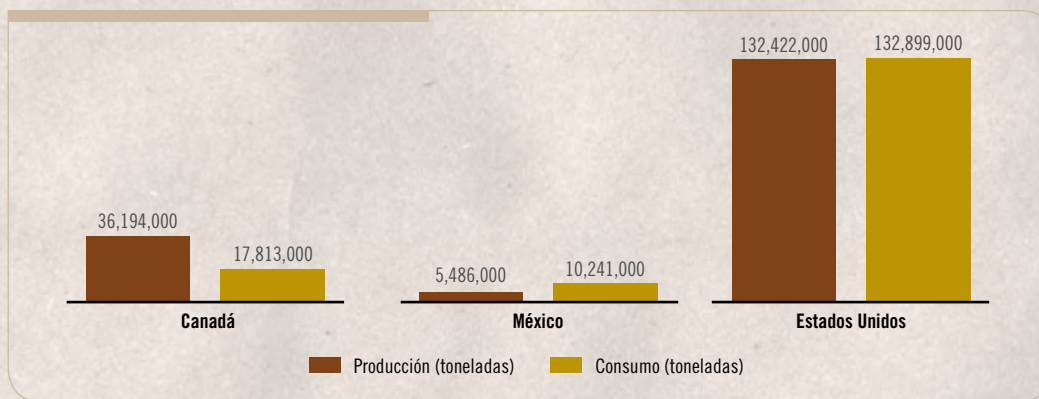
y cartón, con un crecimiento notable en Asia (principalmente, China y Japón) y Brasil.<sup>24</sup>

Desde 2007 se ha observado una disminución en la producción y consumo de celulosa y papel en América del Norte como resultado de la crisis económica en Estados Unidos y el cambio de formatos impresos a digitales en los medios de comunicación, lo que ha repercutido significativamente en la producción de papel periódico. Por ello, las empresas dedicadas a la fabricación de celulosa y papel han adoptado procesos innovadores y más eficientes; además, se ha consolidado la industria a escala mundial y han desaparecido numerosas empresas pequeñas. Desde 2010, se tenían registradas en Canadá aproximadamente noventa fábricas de celulosa, papel y cartón activas, 370 en Estados Unidos y 64 en México.<sup>25</sup>

En la actualidad, un número relativamente pequeño de conglomerados transnacionales participan en el abastecimiento de fibra y la producción de celulosa y papel.<sup>26</sup> En China, en 2009 por primera vez, el consumo total de papel rebasó el registrado en América del Norte.<sup>27</sup> Para satisfacer la creciente demanda en Asia, los productores tradicionales de celulosa y papel han llevado una parte considerable de sus operaciones productivas a países en desarrollo, en los que las materias primas y la mano de obra son más baratas.

La gráfica 28 ilustra la producción y el consumo de celulosa, papel y cartón en los tres países de América del Norte en 2008.

Gráfica 28. Producción y consumo de celulosa, papel y cartón en América del Norte, 2008



Nota: 1 tonelada = 1,000 kilogramos.

Fuente: FAO (2011), *State of the World's Forests. 2008 Statistics*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma; disponible en: <[www.fao.org/docrep/013/i2000e/i2000e.pdf](http://www.fao.org/docrep/013/i2000e/i2000e.pdf)> (consulta realizada en agosto de 2013).

24. E. de la Madrid Cordero (2009), *La situación de la industria de la celulosa y el papel en el mundo*, Financiera Rural, gobierno de México.

25. Environment Canada (2013), "Forest Products and Fisheries Act Division", comunicación personal; US Bureau of Labor Statistics (2013), "Table 2. Private industry by 6-digit NAICS industry and government by level of government, 2010 annual averages: Establishments, employment and wages, change from 2009" en *Quarterly census of employment and wages*, disponible en: <[www.bls.gov/cew/ew10table2.pdf](http://www.bls.gov/cew/ew10table2.pdf)> (consulta realizada en julio de 2013); NCASI-US (2013), National Council for Air and Stream Improvement, Inc., comunicación personal, noviembre de 2013; Inegi (2012), "Principales características de la industria manufacturera por sector, subsector, rama y clase de actividad: resultados integrados, 2009-2010", *Encuesta anual de la industria manufacturera 2009-2010, SCIAN 2007-2012*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, disponible en: <[www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/establecimientos/indus\\_manu/resumen\\_anual\\_09\\_10/EAIM09\\_10.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/establecimientos/indus_manu/resumen_anual_09_10/EAIM09_10.pdf)>.

26. De la Madrid Cordero, *op. cit.*

27. RISI (2013), "Annual historical data: World pulp, 2010", Resource Information Systems Inc. (RISI), disponible en: <[www.risiinfo.com/pages/product/pulp-paper/](http://www.risiinfo.com/pages/product/pulp-paper/)>.



### 3.3 Procesos y tecnologías: fábricas de celulosa, papel y cartón

La producción moderna de papel implica básicamente los siguientes pasos: en primer lugar se trituran las fibras vírgenes o recicladas procedentes de árboles, papel reciclado o residuos agrícolas como paja de trigo, lino o arroz, tallos de maíz o bagazo de caña de azúcar (residuos fibrosos); a continuación se procesa la fibra mediante un procedimiento mecánico, químico o parcialmente químico para convertirla en celulosa; lo siguiente es introducir la celulosa en una máquina de papel para fabricar grandes rollos de papel o cartón, y por último, éstos se convierten en diversos productos como papel para oficina y cajas de cartón. El tipo de material o mezcla de materiales utilizados en la producción de celulosa y papel, el tipo de planta industrial de que se trate y las tecnologías empleadas (lo que incluye dispositivos anti-contaminantes y fuentes de energía) son aspectos que repercuten en la cantidad y clases de contaminantes que generan

y emiten los establecimientos de este sector. La gráfica 29 ilustra el proceso básico de fabricación de celulosa y papel.

En esta gráfica la madera aparece como el recurso principal empleado, aunque en la actualidad el papel recuperado da cuenta de más de 37% de la fibra aprovechada en la fabricación de artículos de papel nuevos en Estados Unidos;<sup>28</sup> en Canadá, cerca de 87% de la fibra de madera utilizada para fabricar papel proviene de una mezcla de residuos de aserraderos (59%) y papel reciclado (28%).<sup>29</sup> En México, la industria de celulosa y papel emplea entre 85 y 88 por ciento de fibras secundarias, principalmente papel y cartón reciclados (gran parte de los cuales se importa).<sup>30</sup> La inversión en nuevas tecnologías ha permitido a las empresas de papel un mayor aprovechamiento del papel recuperado en su producción. Sin embargo, aunque la recuperación de papel alcanza tasas de casi 70%, un porcentaje considerable de productos de papel (por ejemplo, algunos tipos de papeles crepados (*tissue*) o papel para envolver alimentos)

Gráfica 29. Diagrama esquemático de una planta típica de celulosa y papel.



Fuente: Versión modificada de European Paper & Packaging Industries (2013), *Paper online*, disponible en: <[www.paperonline.org](http://www.paperonline.org)>.

28. American Forest and Paper Association (2013), disponible en: <[www.afandpa.org](http://www.afandpa.org)> (consulta realizada en agosto de 2013).

29. Forest Products Association Canada (2013), disponible en: <[www.fpac.ca/index.php/en/](http://www.fpac.ca/index.php/en/)> (consulta realizada en agosto de 2013).

30. E. de la Madrid Cordero (2009), *La situación de la industria de la celulosa y el papel en el mundo*, Financiera Rural, gobierno de México.



se contamina, por lo que resulta inadecuado para su recuperación y reduce considerablemente la tasa de utilización de esta fibra recuperada. Además, cada vez que se reciclan, se acortan las fibras de celulosa, lo que limita su vida útil para la producción de papel.<sup>31</sup>

### 3.3.1 Fábricas de pulpa de celulosa

La pulpa de celulosa o pasta se produce a partir de maderas u otras fibras, entre las que se incluyen papeles reciclados. Las plantas industriales que elaboran pasta incluyen instalaciones destintadoras que procesan papel de desecho para convertirlo en pasta. Para transformar madera virgen en celulosa es necesario separar las fibras vegetales que se mantienen pegadas con una sustancia adhesiva llamada lignina. Dependiendo del tipo y el grado de resistencia del papel que se desea obtener, este paso se lleva a cabo mediante procesos mecánicos o químicos. La *producción mecánica de pasta* implica triturar los troncos, a los que se les ha retirado la corteza, para posteriormente sumergirlos en agua. En términos generales, la celulosa obtenida mecánicamente se emplea en la fabricación de productos que requieren poca durabilidad o menor resistencia, como el papel periódico. El *proceso químico para elaborar pasta*, por otro lado, consiste en someter las virutas o astillas de madera a cocimiento en enormes cubas, o digestores, con sustancias químicas. Las altas temperaturas, junto con los productos químicos, disuelven la lignina, con lo que las largas hebras de madera se sueltan sin que se quiebren. La pasta o celulosa química, por consiguiente, se emplea en la fabricación de productos más duraderos y que requieren un mayor grado de resistencia, como el papel para imprimir o escribir. Uno de los procesos químicos más comunes es el denominado “kraft”, para el cual se utiliza una solución de hidróxido de sodio y sulfuro de sodio para disolver materiales no fibrosos, incluida la lignina.<sup>32</sup>

Dependiendo del uso final que se dé a la celulosa, se la puede someter a un proceso de blanqueo, el cual consiste en aclarar los productos de papel para evitar que con el tiempo se vuelvan quebradizos y amarillentos. Las sustancias químicas empleadas en el blanqueo, como el dióxido de cloro, se inyectan a la pulpa para disolver aún más la

lignina y conseguir un producto más blanco. El impacto del blanqueo de la pulpa mediante compuestos a base de cloro ha sido tema de discusión y reglamentación desde finales de la década de 1980, como se expone más adelante.

### 3.3.2 Fábricas de papel

Las fábricas que producen papel en ocasiones participan también en la elaboración de celulosa. Después de haberse añadido materiales de relleno y colorantes (si es que se optó por hacer esto), la celulosa está lista para ser transformada en papel. La pasta se extiende, mediante bombeo, sobre mallas metálicas y, por medio de movimientos vibratorios, se elimina el agua de la pulpa, permitiendo con ello que las fibras se entrelacen hasta formar hojas. Al variar las cantidades de pulpa y los aditivos empleados, se logra producir papel de calidades y propiedades distintas. Las hojas se pasan en seguida por una larga serie de rodillos para eliminar la humedad restante, y luego se secan mediante cilindros precalentados. Por último, se las somete a un proceso de calandrado para lograr una mayor compresión y pulido. Las láminas de mayor dimensión se enrollan para luego poder cortarse y utilizarse en una variedad de productos de papel.

En las plantas de papel se producen muy diversos tipos de papel. El papel periódico se fabrica a partir de la extracción mecánica de la celulosa contenida en todos los componentes de la madera. Entre los papeles de otras clases figuran el asfáltico, que suele utilizarse en la industria de la construcción; la cartulina, que se convierte en diversos productos de papel; la celulosa *fluff*, que se utiliza en la fabricación de artículos de higiene personal, como pañales desechables, toallitas faciales, toallas higiénicas y tampones; la cartulina fina y los más variados papeles de oficina (para impresión, fotocopiado, de hojas sueltas y kraft, entre otros), así como papeles tratados, laminados o recubiertos.

### 3.3.3 Fábricas de cartón

Al igual que las plantas dedicadas a la fabricación de papel, algunas fábricas de cartón también producen celulosa, a partir de material virgen o reciclado.

31. EPA (2013), “Wastes/resource conservation / common wastes & materials/paper recycling”, disponible en: <[www.epa.gov/osw/conserves/materials/paper/basics/papermaking.htm](http://www.epa.gov/osw/conserves/materials/paper/basics/papermaking.htm)> (consulta realizada en junio de 2013); EPA (2002), *Profile of the pulp and paper industry*, 2ª edición, Proyecto de Agenda de Sectores de la Oficina de Cumplimiento (*Office of Compliance Sector Notebook Project*) de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, noviembre de 2002, disponible en: <[www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/pulppasn.pdf](http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/pulppasn.pdf)> (consulta realizada en junio de 2013).
32. Statistics Canada (2007), “North American Industry Classification System. NAICS 3221”, disponible en: <<http://stds.statcan.gc.ca/naics-scian/2007/cs-rc-eng.asp?criteria=3221>> (consulta realizada en junio de 2013); EPA (2013), “Wastes/resource conservation / common wastes & materials/paper recycling”, disponible en: <[www.epa.gov/osw/conserves/materials/paper/basics/papermaking.htm](http://www.epa.gov/osw/conserves/materials/paper/basics/papermaking.htm)> (consulta realizada en junio de 2013). EPA (2002), *Profile of the pulp and paper industry*, 2ª edición, Proyecto de Agenda de Sectores de la Oficina de Cumplimiento (*Office of Compliance Sector Notebook Project*) de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, noviembre de 2002, disponible en: <[www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/pulppasn.pdf](http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/pulppasn.pdf)> (consulta realizada en junio de 2013).



### 3.4 Contaminantes asociados al sector de fabricación de celulosa y papel

La fabricación de celulosa y papel entraña toda una variedad de cuestiones ambientales relacionadas, entre las que se cuentan: consumo de agua y energía, manejo forestal sustentable, uso de sustancias químicas, emisiones al aire y el agua (lo que incluye la contaminación térmica), disposición final, y aprovechamiento de residuos industriales. Este apartado del informe se centra en los contaminantes emitidos al aire y el agua durante las diferentes etapas de la producción de celulosa, papel y cartón. Estas etapas comprenden la preparación de la madera, elaboración mecánica y química de celulosa y pastas; lavado, secado en malla y blanqueo; fabricación de papel y operaciones de recubrimiento; combustión de carburantes para la generación de energía (en calderas); recuperación en horno (evaporación, concentración y combustión de “licor gastado del pulpado” —líquido residual de la elaboración química de celulosa—, lo que permite la reutilización de las sustancias químicas para el mismo proceso), y horno de cal (utilizado para recuperar la cal del licor gastado para utilizarla en la elaboración química de celulosa).<sup>33</sup>

La mayoría de los contaminantes emitidos al aire y el agua como resultado de la fabricación de celulosa y papel se generan de la siguiente forma:

- **Aguas residuales.** El licor gastado en la producción de pulpa y los materiales de madera solubles por lo general se recuperan en su gran mayoría (para utilizarse en las fábricas que elaboran celulosa química), aunque parte de las aguas residuales a veces comprenden una pequeña cantidad de licor gastado “débil” y efluentes del proceso de blanqueo.
- **Emisiones al aire.** Aunque predominantemente provienen de equipo de combustión estacionario como calderas y hornos de recuperación, también se generan en otros equipos y operaciones de fábricas, a saber: digestores para la elaboración de celulosa, hornos de cal, y plantas de blanqueo y tratamiento de aguas residuales. Estas emisiones incluyen compuestos de azufre reducido, compuestos orgánicos volátiles (COV), olores procedentes de los sulfuros presentes en el licor gastado y los condensados del proceso kraft; ácido sulfhídrico (o sulfuro de hidrógeno), partículas de materia, y óxidos de azufre y nitrógeno provenientes de las unidades de combustión.

- **Desechos sólidos (residuos de fabricación).** Estos se generan como resultado del proceso de elaboración de celulosa, el tratamiento de aguas residuales y el proceso de recuperación de sustancias químicas.

A continuación se describen algunos de los contaminantes que suelen generarse durante los procesos de elaboración de celulosa y papel. El apéndice 5 abunda sobre las aplicaciones industriales de estos contaminantes, sus propiedades químicas y el potencial que tienen para causar daños a la salud humana o el medio ambiente. Como se mencionó anteriormente, ante la falta de información —como la ruta y duración de la exposición—, es difícil determinar el riesgo real que supone una sustancia. Para obtener información adicional, se invita a los lectores a consultar las fuentes utilizadas en la preparación de este informe, entre las que se incluyen las hojas informativas conocidas como ToxFAQs de la Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, ATSDR) de Estados Unidos y las “Hojas Informativas sobre Sustancias Peligrosas del Derecho a Saber” (*Right-to-Know Hazardous Substance Fact Sheets*) del Departamento de Salud del estado de Nueva Jersey.

**Compuestos orgánicos volátiles (COV).** Conforman una categoría de compuestos orgánicos que son gases a temperatura ambiente (por ejemplo, vapores solventes). El metanol es uno de los COV que se emiten en mayores proporciones durante la fabricación de celulosa y papel (en forma de subproductos obtenidos de manera no intencional durante la elaboración de celulosa de madera, la recuperación química y el blanqueo de pastas). Otros COV que genera este sector incluyen acetaldehído, propionaldehído, metiletilcetona, fenoles y terpenos.

**Compuestos de azufre reducido.** Asociados con el distintivo olor a huevo podrido que emiten las fábricas de celulosa química, estos compuestos incluyen, por ejemplo, sulfuro de hidrógeno y sulfuro de carbonilo.

**Compuestos clorados.** Entre las sustancias químicas a base de cloro que se utilizan comúnmente en el blanqueo de celulosa se encuentran el dióxido de cloro y el hipoclorito de sodio.

**Dioxinas y furanos.** El descubrimiento de que durante la etapa de cloración en el proceso de blanqueo, en particular cuando se utiliza cloro elemental ( $Cl_2$ ), se producen en forma

33. La información del presente apartado se obtuvo de las siguientes fuentes: EPA (1997), *The pulp and paper industry, the pulping process, and pollutant releases to the environment*, hoja informativa, Environmental Protection Agency [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], disponible en: <[http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/pulppaper/upload/1997\\_11\\_14\\_guide\\_pulppaper\\_jd\\_fs2.pdf](http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/pulppaper/upload/1997_11_14_guide_pulppaper_jd_fs2.pdf)> (consulta realizada en junio de 2013). EPN (2011), *The state of the paper industry 2011: Steps toward an environmental vision*, Environmental Paper Network, disponible en: <<http://environmentalpaper.org/>> (consulta realizada en agosto de 2013). B. K. Ince, Z. Cetecioglu y O. Ince (2011), “Pollution prevention in the pulp and paper industries”, en *Environmental management in practice*, editado por Elzbieta Broniewicz, InTech, National Council for Air and Stream Improvement, Inc. (NCASI) (2013), Rijeka, Croacia, comunicación personal, diciembre de 2013.



no intencional dioxinas y furanos (grupo de sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables) dio lugar a la eliminación gradual del uso de cloro elemental en el blanqueo en las fábricas de celulosa química de América del Norte. En las zonas donde este tipo de establecimientos utilizan madera procedente de troncos transportados en agua salina, la combustión de residuos de madera cargada con sal puede producir emisiones atmosféricas de dioxinas en niveles bajos.

**Cloroformo.** Se puede formar a partir del uso de compuestos a base de cloro para procesos de blanqueo en la fabricación de celulosa y papel.

**Mercurio.** Se libera a partir de la combustión de combustibles fósiles.

**Otros metales pesados.** Incluyen plomo, cadmio, cromo, arsénico, zinc y otros compuestos metálicos. Se los puede encontrar en pequeñas cantidades en la madera y son también componentes naturales de algunos combustibles (por ejemplo, carbón y petróleo) que se utilizan para generar electricidad y vapor en plantas de celulosa y papel. También suelen presentarse en tintas utilizadas para añadir color o brillantez a algunos tipos de papel.

**Sólidos suspendidos.** Se trata de material sólido suspendido en efluentes de fábricas de papel y se mide como sólidos suspendidos totales (SST).

**Halógenos orgánicos absorbibles (HOA).** Es una medida de la cantidad de compuestos orgánicos clorados presentes en efluentes de fábricas de celulosa química.

**Compuestos de nitrógeno (por ejemplo, nitratos, nitritos y amoníaco) y fósforo.** Se añaden durante el proceso de tratamiento de aguas residuales para que ayuden a eliminar la materia orgánica disuelta de los efluentes.

**Materia orgánica medida en función de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).** Las descargas de materia orgánica pueden medirse en función de la demanda bioquímica de oxígeno: indicador de la calidad del agua dado por la cantidad de oxígeno disuelto que los organismos acuáticos aeróbicos requieren para descomponer la materia orgánica presente.

**Contaminantes atmosféricos de criterio (CAC).** Dadas las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países, no se incluyen en este informe datos sobre emisiones de CAC. No obstante, los CAC generalmente se liberan al quemarse combustibles (fósiles, muchas veces, como carbón, petróleo y gas natural) para generar la energía con que se fabrican celulosa y papel. Entre los CAC más comunes destacan los siguientes:

- **monóxido de carbono:** producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles;
- **óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):** generados a partir de la quema de combustibles;
- **partículas:** partes pequeñas de materia que se dispersan en la atmósfera a partir de la combustión; pueden ser finas o gruesas, y se componen de madera o compuestos químicos formados, entre otros, por carbono, óxidos metálicos, sales, ácidos, aceites combustibles y cal, y
- **dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):** compuesto químico producido a partir de la combustión de combustibles con contenido de azufre (por ejemplo: petróleo y carbón).

**Gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono.** Los GEI, principalmente aquellos producidos por las calderas que generan la energía necesaria para la fabricación de celulosa y papel, son emisiones típicas de este sector. En el presente informe no se incluyen datos sobre emisiones de GEI debido a las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC nacionales para estos contaminantes.

### 3.5 Prevención y control de la contaminación en el sector de fabricación de celulosa y papel

En términos de mitigación del impacto causado por procesos industriales en la salud humana y el medio ambiente, así como de la minimización de costos, la prevención de la contaminación es una solución preferible a las que pudieran adoptarse en las etapas finales de los procesos, como el tratamiento y la disposición final. La industria dedicada a la fabricación de celulosa, papel y cartón ha puesto en marcha, en los últimos veinte años, numerosas tecnologías y procesos con el propósito de prevenir o minimizar la generación de desechos y la emisión de contaminantes al medio ambiente. De la misma manera que determinados grupos de contaminantes se generan simultáneamente a partir de los procesos de producción de celulosa y papel (por ejemplo, metales, compuestos sulfurados y compuestos orgánicos volátiles), igualmente puede hacerse frente a múltiples contaminantes al mismo tiempo mediante la instrumentación de procesos y tecnologías orientados a prevenir y controlar la contaminación.

#### 3.5.1 Sustitución de insumos tóxicos

El debate en torno al uso de cloro elemental, que generalmente se utilizaba en el proceso para el blanqueo de la celulosa hace veinte años, ha dado paso a su reemplazo por sustitutos menos tóxicos o que no presentan toxicidad, así como al uso de procesos alternativos tanto para elaborar



celulosa como para blanquearla. Algunos de estos procesos se describen a continuación.

- **Blanqueo de celulosa sin cloro elemental.**

La industria ha reemplazado el uso de cloro elemental con otros agentes, como el dióxido de cloro y el peróxido de hidrógeno, en sus procesos de blanqueamiento. Los procesos sin cloro elemental constituyen ya la norma industrial y algunos estudios muestran que los niveles de dioxinas en tejidos de peces corriente abajo de las fábricas de celulosa y papel han disminuido considerablemente. El blanqueamiento sin cloro elemental también conlleva una reducción en los niveles de varios clorofenoles hasta ser indetectables, así como una disminución en la formación de cloroformo y una reducción de 90% en la formación de compuestos orgánicos clorados (medidos como HOA).<sup>34</sup>

- **Blanqueo de celulosa totalmente libre de cloro.**

En este proceso no se utiliza ningún compuesto clorado para blanquear la celulosa, pero sí, en cambio, peróxido de hidrógeno y ozono. A pesar de no generar dioxinas y furanos ni HOA, este tipo de blanqueamiento no es un procedimiento que se utilice ampliamente en las fábricas de celulosa y papel en América del Norte.

- **Deslignificación extendida.** Se refiere a una

eliminación mejorada de la lignina antes de someter la celulosa al proceso de blanqueo, que puede lograrse mediante una cocción extendida, la oxigenación, ozonización o adición de catalizadores químicos. Dado que la deslignificación extendida permite que una mayor cantidad de lignina se recupere y quede durante la recuperación de licor de la fabricación de celulosa, estos procesos pueden tener efectos positivos en la calidad de los efluentes finales de una planta, sobre todo en parámetros como demanda bioquímica de oxígeno, color y HOA.

### 3.5.2 Sistemas de ciclo cerrado y reciclaje

Los sistemas de circuito o ciclo cerrado incluyen la recuperación y el reciclaje de sustancias químicas, con lo que se previene la liberación de contaminantes al medio ambiente. El efluente del proceso de elaboración de celulosa kraft, conocido como licor negro, por ejemplo, se capta, se somete a combustión y, finalmente, se reutiliza en el proceso de fabricación, al mismo tiempo que se genera energía. Algunas fábricas también captan los vapores producidos durante

la cocción de las virutas o astillas de madera, mismos que pueden condensarse a fin de eliminar algunos de los contaminantes presentes en el líquido antes de que se liberen. Los sistemas de circuito cerrado también aportan importantes beneficios económicos, dados los costos de algunas sustancias químicas y otros insumos utilizados en la fabricación de celulosa y papel; sin embargo, existen desafíos técnicos de peso para lograr un sistema cerrado completo en las plantas de celulosa química.<sup>35</sup>

En América del Norte, Europa occidental y Japón se hay una iniciativa en curso orientada a aumentar el reciclaje de papel y cartón. Cuando se aumenta el contenido de papel reciclado, se producen beneficios como:

- menor consumo de energía, dependiendo del grado de papel fabricado;
- reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, dependiendo del grado de papel en cuestión;
- una ligera reducción en el consumo de agua;
- menos emisiones atmosféricas, cuando hay un menor consumo de energía, y
- menores descargas en aguas superficiales.

### 3.5.3 Tecnologías para el control de emisiones contaminantes

**Contaminantes atmosféricos.** Al igual que en otras industrias que generan su propia electricidad a partir de la combustión de carburantes, en los sistemas de calderas de fábricas de celulosa y papel se han instalado tecnologías con el propósito de prevenir la emisión de contaminantes al medio ambiente. Éstas incluyen tecnologías de control de contaminación al final del proceso, como lavadores de gases, filtros de manga y precipitadores electrostáticos para partículas, que captan los contaminantes (por ejemplo, compuestos sulfurados y COV) para someterlos a tratamiento o enviarlos a disposición final.

**Lodos.** Son varias las tecnologías y métodos empleados para el control y reducción de residuos sólidos y lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales generados por las fábricas de celulosa y papel. Estos métodos incluyen:

- **Compostaje:** Ideal para tratar residuos con cierto contenido de fibras de papel u otros materiales orgánicos. Los desechos se estabilizan mediante la actividad de microorganismos y el producto final puede emplearse en la agricultura.

34. NCASI (2003), *Pulp mill process closure: A review of global technology developments and mill experiences in the 1990s*, boletín técnico núm. 860, National Council for Air and Stream Improvement, Inc., Research Triangle Park, Carolina del Norte, Estados Unidos.

35. *Idem.*



- *Aplicación en suelos y actividades agrícolas:* Este método se emplea en numerosas zonas y consiste en esparcir lodos en la superficie y mezclarlos con la tierra. Antes de su aplicación, los lodos se deshidratan para reducir su volumen.
- *Incineración o combustión:* Solución común para procesar lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales, en especial cuando se combinan con otros materiales, como cortezas o residuos de madera, aunque por su contenido de agua y ceniza, la mayoría de los lodos no constituyen una fuente de energía muy eficiente.

**Aguas residuales.** La instalación u optimización de sistemas de tratamiento secundario de aguas residuales puede traducirse en reducciones en las emisiones de sólidos suspendidos, así como en una disminución en la demanda bioquímica de oxígeno, aunque existen límites prácticos en cuanto al grado en que pueden alcanzarse estas disminuciones para un sistema de tratamiento determinado. En los sistemas de tratamiento primario de aguas residuales, los sólidos suspendidos, tales como materia orgánica (por ejemplo, fibras de madera, desechos, materiales de recubrimiento), se eliminan de los efluentes. En el caso de los sistemas de tratamiento secundario, la actividad bacteriana se encarga de descomponer los contaminantes orgánicos y reducir su concentración.

#### 3.5.4 Prevención y reducción de la contaminación: perspectivas futuras

Desde la década de 1990, antes que abordar numerosos contaminantes o temas “convencionales” —por ejemplo, metanol, cloro, sólidos suspendidos totales (SST) y demanda bioquímica de oxígeno—, la industria de la celulosa y el papel ha preferido centrar su atención en la realización de investigaciones sobre los posibles efectos en los peces de los extractos de madera natural que se liberan al medio ambiente durante la preparación de fibras de celulosa previa al proceso de blanqueo. Temas como éste, en combinación con la aplicación de requisitos reglamentarios, las exigencias de clientes y consumidores y el compromiso de la industria de minimizar los impactos ambientales, son factores que impulsan la creación de plantas industriales que produzcan un impacto mínimo. Por ejemplo, la industria está sopesando el uso de sustitutos no tóxicos para los insumos y aditivos utilizados en diferentes procesos, a saber:

- mejorar la recuperación del licor obtenido de la elaboración de celulosa, con miras a reducir las

emisiones de sustancias potencialmente nocivas que pudieran estar presentes en la lignina;

- utilizar formulaciones alternativas de tintas para papel;
- cambiar aditivos para la resistencia del papel a la humedad, y
- modificar el uso de agentes desespumantes (empleados para contrarrestar las burbujas producidas por las sustancias que libera la lignina).<sup>36</sup>

Por ello, la industria está optando por la llamada “química sustentable” (producción química respetuosa del medio ambiente) para resolver algunos de los desafíos de contaminación que enfrenta en la actualidad. Investigaciones recientes a manos de científicos de la EPA, por ejemplo, resultan prometedoras para atender la problemática que suponen las emisiones de metanol: como alternativa a la incineración, el metanol podría captarse y convertirse en formiato de metilo, compuesto químico de base que se comercializa como solvente y agente soplante ambientalmente seguro, y que es precursor del ácido fórmico, mismo que se utiliza como conservador y agente antibacteriano. Algunos estudios realizados han demostrado que la nueva tecnología podría eliminar aproximadamente 98% de los compuestos sulfurados responsables del olor procedente de las fábricas de celulosa y papel, y cerca de 90% del gas metanol proveniente de los flujos de residuos. Esta tecnología utiliza insumos no tóxicos y convierte los desechos existentes en productos aprovechables. Por el momento, los resultados de la investigación no se han aplicado a escala industrial, aunque recurrir a la producción química sustentable a gran escala podría en un futuro reducir considerablemente las emisiones ambientales de las fábricas de celulosa y papel, así como disminuir la cantidad de energía consumida para eliminar desechos y minimizar olores y, tal vez, hasta aumentar las ganancias de las plantas industriales.<sup>37</sup>

En 2009, el gobierno canadiense estableció el Programa para el Mejoramiento Ambiental del Sector de Fabricación de Celulosa y Papel (*Pulp and Paper Green Transformation Program*), mismo que ofrecía incentivos a las plantas para mejorar su desempeño ambiental. Las empresas que reunían los requisitos para participar podían obtener créditos por el “licor negro” (licor gastado de la elaboración de celulosa), producido entre enero y mayo de 2009 en fábricas de celulosa química, para luego invertirlos en donde se obtuvieran los mayores beneficios ambientales y económicos para sus plantas. Los proyectos debían ser del tipo con los que se alcanzan beneficios ambientales medibles mediante mejoras en términos de eficiencia energética, generación de energía

36. *Idem.*

37. EPA (2011), “Transforming paper mill pollution into commercial resource”, Environmental Protection Agency (EPA) [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], boletín informativo *Science Matters*, junio de 2011, disponible en: <[www.epa.gov/sciencematters/june2011/papermill.htm](http://www.epa.gov/sciencematters/june2011/papermill.htm)> (consulta realizada el 7 de diciembre de 2012).



renovable, reducción de emisiones, etcétera. Los proyectos emprendidos comprendieron desde el mejoramiento de calderas y turbinas hasta la instalación de motores eficientes en energía y equipo para el control de emisiones.<sup>38</sup>

### 3.6 Fabricación de celulosa y papel: contexto reglamentario

#### 3.6.1 Canadá

Dos leyes ambientales del orden federal son las que principalmente regulan el sector de fabricación de celulosa y papel en Canadá: la Ley Canadiense de Protección Ambiental (*Canadian Environmental Protection Act*, CEPA) y la Ley de Pesca (*Fisheries Act*). Además, el Programa de Reglamentación de la Calidad del Aire (*Clean Air Regulatory Agenda*, CARA), puesto en marcha en 2006, establece un marco que permite determinar metas de reducción de emisiones para los sectores industriales con mayores volúmenes registrados en Canadá, entre los que se incluye el de fabricación de celulosa y papel, a efecto de mejorar la calidad del aire y reducir los niveles de esmog y deposición ácida.<sup>39</sup>

Aparte de la legislación federal, las plantas de fabricación de celulosa y papel están reguladas por la reglamentación provincial en la materia (a escala sectorial) y por permisos de operación —también provinciales— específicos para cada sitio.

En 1971, el primer sector en ser regulado al amparo de la Ley de Pesca fue el de la celulosa y el papel. En el ámbito de esta ley, se creó el Reglamento sobre Efluentes de Pulpa y Papel (*Pulp and Paper Effluent Regulations*, PPER), con el propósito de regular las descargas de sustancias tóxicas —incluidos efluentes extremadamente letales, materia orgánica medida en función de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos— generadas por fábricas de celulosa y papel, así como el depósito de cantidades limitadas de estas sustancias tóxicas en aguas frecuentadas por peces. El PPER, cuyo objetivo global es proteger la calidad del agua a fin de preservar peces, hábitats de peces y recursos pesqueros, se enmendó en 1992: con miras a evitar descargas de efluentes letales para la trucha arcoíris, se introdujeron normas de calidad de efluentes obligatorias y aplicables a todas las plantas de celulosa y papel, basadas en estándares alcanzables mediante el uso de tratamientos secundarios de aguas residuales. El PPER se actualizó en 2004 y 2008 en aras de esclarecimiento y, al mismo tiempo, para apuntalar su cumplimiento y aplicación,

y simplificar los requisitos asociados a estudios de monitoreo sobre efectos ambientales.<sup>40</sup> Más recientemente (en 2010), el ministerio de Medio Ambiente de Canadá (*Environment Canada*) llevó a cabo una revisión de los sectores industriales para determinar el cumplimiento del PPER en vigor y concluyó que se registró un índice elevado de observancia por parte de las instalaciones.

En términos de la CEPA, el Reglamento sobre Dioxinas y Furanos Clorados en los Efluentes de Fábricas de Celulosa y Papel (*Pulp and Paper Mill Effluent Chlorinated Dioxins and Furans Regulations*) prevé que los establecimientos que recurran al blanqueo a base de cloro deberán implementar cambios en sus procesos para prevenir la formación de dioxinas y furanos, y monitorear las concentraciones de estas sustancias. Esta reglamentación prohíbe la descarga de concentraciones medibles de 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-para-dioxina (TCDD) y 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-furano (TCDF) en efluentes de fábricas de celulosa y papel. También al amparo de la CEPA, el Reglamento sobre Aditivos Desespumantes y Virutas de Madera Utilizados en Fábricas de Celulosa y Papel (*Pulp and Paper Mill Defoamer and Wood Chip Regulations*) establece restricciones sobre los desespumantes y el uso de virutas o astillas de madera tratadas con fenoles policlorados.

Las provincias y territorios podrían llegar a convenios de equivalencia, en términos del artículo 10 de la CEPA o el 4.2 de la Ley de Pesca, a efecto de eliminar duplicaciones en la normativa ambiental. Alberta es la única provincia que ha celebrado un convenio de equivalencia con el gobierno federal.<sup>41</sup> Además de la reglamentación federal, numerosas provincias han establecido normas y disposiciones que fijan límites a los contaminantes en las descargas de las fábricas de celulosa y papel.

#### 3.6.2 Estados Unidos

En Estados Unidos, el sector de fabricación de celulosa y papel está regulado por numerosas leyes. Una de ellas es el decreto presidencial (*Executive Order*, EO) número 127873, de 1993, relativo a la adquisición de productos con ventajas ambientales por parte del gobierno federal y la especificación de un porcentaje mínimo de fibra reciclada en ciertos tipos de papeles para considerarse en sus compras. Este decreto presidencial ha repercutido enormemente en el mercado de la celulosa y el papel en Estados Unidos porque el gobierno federal es un gran consumidor de productos de papel.

38. Natural Resources Canada (2013), "Pulp and Paper Green Transformation Program: Mission accomplished", disponible en: <[www.nrncan.gc.ca/forests/federal-programs/13141](http://www.nrncan.gc.ca/forests/federal-programs/13141)> (consulta realizada en septiembre de 2013).

39. Environment Canada (2013), *Backgrounder: Clean air regulatory agenda*, disponible en: <[www.ec.gc.ca/default.asp?lang=En&n=56D4043B-1&news=295B1964-9737-4F80-B064-B3088D9910BE](http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=En&n=56D4043B-1&news=295B1964-9737-4F80-B064-B3088D9910BE)> (consulta realizada en junio de 2013).

40. Environment Canada (2012), *Status report on the pulp and paper effluent regulations*, junio de 2012, disponible en: <[www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=En&xml=A231D61D-E897-4257-9E4B-F65CF5A8B5AD](http://www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=En&xml=A231D61D-E897-4257-9E4B-F65CF5A8B5AD)> (consulta realizada en junio de 2013).

41. Environment Canada (2013), *Equivalency agreements*, disponible en: <[www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=5CB02789-1](http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=5CB02789-1)> (consulta realizada en junio de 2013).



El Reglamento Integrado o “Cluster Rule” de 1998 de la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) fue la primera iniciativa encaminada a integrar criterios normativos por sector industrial en un sistema coherente con la finalidad de reflejar las características operativas de cada industria, en contraste con el patrón histórico de adoptar reglamentos con especificaciones independientes para cada medio o entorno ambiental (por ejemplo, aire, agua, suelo). El Reglamento Integrado, que establece límites de referencia para las emisiones de sustancias tóxicas y contaminantes no convencionales tanto al aire como al agua, reúne y fija las Normas Nacionales sobre Emisión de Contaminantes Atmosféricos Peligrosos (*National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants*, NESHAP), en términos de la Ley de Aire Limpio (*Clean Air Act*, CAA), y las Limitaciones Directrices sobre Efluentes (*Effluent Guideline Limitations*), en apego a la Ley de Agua Limpia (*Clean Water Act*, CWA).<sup>42</sup>

El Reglamento Integrado establece una metodología de muestreo para fábricas del sector relativa a doce compuestos fenólicos clorados y HOA, con el propósito de asegurar el cumplimiento de los límites permitidos para las emisiones atmosféricas y descargas en aguas superficiales. En términos de la sección sobre emisiones atmosféricas de esta regla, las fábricas de celulosa y papel deben cumplir con normas en materia atmosférica para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos tóxicos que tienen lugar en varios puntos a lo largo de sus procesos. En concreto, la EPA exige a las plantas industriales que capten y sometan a tratamiento las emisiones de contaminantes atmosféricos tóxicos que se generan en las etapas de cocción, lavado y blanqueo del proceso de fabricación de celulosa. Un concepto clave que se introdujo junto con las enmiendas de 1990 a la Ley de Aire Limpio fue el de ‘mejor tecnología de control asequible’ (*maximum achievable control technology*, MACT), concebido para impulsar medidas conducentes a alcanzar niveles de emisiones similares a los obtenidos por los establecimientos análogos con el mejor desempeño ambiental. Estos niveles de emisiones constituyen valores de referencia para las nuevas normas MACT. Una norma MACT para una categoría de fuente o sector específico debe permitir alcanzar, como mínimo, un nivel de reducción de emisiones equivalente cuando menos al correspondiente valor de referencia.

De conformidad con la sección sobre emisiones al agua del Reglamento Integrado, las instalaciones nuevas y preexistentes

que pertenezcan a las subcategorías con procesos de blanqueo de pasta de papel kraft y a base de sosa cáustica y sulfito deben cumplir con ciertos estándares para reducir las descargas de contaminantes tóxicos y no convencionales. Uno de los focos de atención clave ha sido la generación de compuestos orgánicos clorados tóxicos y bioacumulables, entre los que se incluyen las dioxinas y furanos (2,3,7,8-TCDD y otras dioxinas y dibenzofuranos clorados), los trihalometanos como cloroformo y otros compuestos. La EPA fijó límites en los efluentes para contaminantes tóxicos en aguas residuales que se descarguen durante el proceso de blanqueo y en las descargas finales de las plantas de papel. Estos límites se basan en la sustitución del cloro por dióxido de cloro en el proceso de blanqueo. En el Reglamento Integrado, la EPA estableció que el proceso sin cloro elemental —mediante el remplazo del cloro con dióxido de cloro— era la mejor tecnología disponible. Además, esta reglamentación se ocupa de halógenos orgánicos absorbibles (HOA) y sólidos suspendidos totales en el agua, así como de los parámetros DBO y DQO (demanda biológica y química de oxígeno). Las plantas que pertenezcan a las subcategorías afectadas deben seguir mejores prácticas de manejo para prevenir derrames de licor negro en sistemas de alcantarillado para la recolección de aguas residuales.

Muy recientemente, después de revisar los Estándares de Desempeño para Fuentes Nuevas (*New Source Performance Standards*, NSPS), que controlan las emisiones de partículas de materia y compuestos de azufre reducido total (en inglés: *total reduced sulfur*, TRS) procedentes de diferentes puntos de las fábricas de celulosa kraft, la EPA propuso actualizarlos para este tipo de plantas. Las enmiendas propuestas se aplicarían a hornos de recuperación de reciente construcción o modificados, tanques para la disolución de fundidos y hornos de cal, e implicarían instrumentar cambios en los límites de emisiones de partículas de materia, a fin de que guarden congruencia con las NESHAP que se aplican a estas plantas, así como mayores requisitos para pruebas, monitoreo y presentación de informes, y límites en las emisiones para periodos de inicio o suspensión de operaciones y fallas.<sup>43</sup>

### 3.6.3 México

En México, las plantas de fabricación de celulosa y papel se rigen por una serie de leyes<sup>44</sup> englobadas dentro de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), además de estar sujetas a límites máximos

42. EPA (1997), *EPA's final pulp, paper, and paperboard "Cluster Rule"—Overview*, hoja informativa, EPA-821-F-97-010, Environmental Protection Agency (EPA), Office of Water [Oficina del Agua de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], noviembre de 1997, disponible en: <[http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/pulppaper/upload/1997\\_11\\_14\\_guide\\_pulppaper\\_jd\\_fs1.pdf](http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/pulppaper/upload/1997_11_14_guide_pulppaper_jd_fs1.pdf)> (consulta realizada en julio de 2013).

43. EPA (2013), “New Source Performance Standards—Kraft pulp mills; Rule and implementation information for pulp and paper production”, disponible en: <[www.epa.gov/ttnatw01/pulp/pulppg.html](http://www.epa.gov/ttnatw01/pulp/pulppg.html)> (consulta realizada en julio de 2013).

44. La información relativa a la reglamentación mexicana se obtuvo de: Semarnat (2013), *Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes*; Semarnat (2013), *Reglamento de la LGEEPA en Materia de Actividades Altamente Riesgosas*; Semarnat (2013), *Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental*; Semarnat (2013), *Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera*; Semarnat (2003), *NOM-105-SEMARNAT-1996 (antes NOM-105-ECOL-1996)*, y Secretaría de Economía (2010), *Norma Mexicana NMX-N-107-SCFI-2010*.



permisibles establecidos en términos de las normas oficiales mexicanas (NOM) para emisiones al aire y el agua, y para el manejo y la disposición final de desechos sólidos y materiales peligrosos.

En términos del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, las plantas nuevas para la fabricación de papel y otros productos a base de pasta de celulosa deberán obtener los permisos de operación correspondientes y están sujetas a niveles máximos de emisiones atmosféricas conforme a lo previsto en el artículo 111 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Las plantas industriales bajo jurisdicción federal (como las fábricas de celulosa y papel) están obligadas a registrar sus emisiones en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y a seguir mejores prácticas en cuanto a sistemas de monitoreo, tratamiento y control de emisiones (tanto en las instalaciones como en las zonas aledañas) (ello comprende los casos de fallas de equipo o accidentes en que podría generarse contaminación ambiental).

Los desechos generados por el sector de fabricación de celulosa y papel están regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), que exige la caracterización y evaluación de los productos de desecho por tipos y niveles de riesgo, así como la formulación de planes de manejo de desechos. En términos del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Actividades Altamente Riesgosas, las plantas de celulosa y papel también están obligadas a someterse a estudios de evaluación de riesgos y crear planes de contingencia y programas para la prevención de accidentes. Entre las normas oficiales que se aplican a estas actividades figuran:

- NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, y
- NOM-133-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones para el manejo de bifenilos policlorados (BPC).

Los contaminantes orgánicos persistentes (COP), como las dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados, hexaclorobenceno y BPC, son subproductos que pueden generarse y liberarse en forma no intencional como resultado de la combustión térmica incompleta de materia orgánica donde está presente el cloro, o mediante reacciones químicas específicas cuando se utilizan sustancias a base de cloro. La LGPGIR prevé que las plantas industriales que sean fuente de este tipo de contaminantes deberán formular planes de acción, mismos que deberán incorporarse al Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo y estar orientados a eliminar o reducir las emisiones no intencionales de COP.<sup>45</sup>

### 3.7 Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón en América del Norte, 2005-2010

En 2010 había más de 500 fábricas de celulosa, papel y cartón activas en toda América del Norte: aproximadamente 90 en Canadá, 370 en Estados Unidos y 64 en México. Del total de plantas, entre 352 y 429 presentaron informes a los RETC de América del Norte en el periodo comprendido entre 2005 y 2010 (véase el cuadro 28).

Entre las razones por las cuales una planta industrial podría no presentar informes ante el RETC correspondiente, destacan las siguientes:

Cuadro 28. Fábricas de celulosa, papel y cartón que presentaron informes a los RETC de América del Norte, 2005 y 2010

Sector industrial	Número de establecimientos que presentaron registros		Emisiones y transferencias totales (kg)			Emisiones al aire (kg)			Emisiones al agua (kg)		
	2005	2010	2005	2010	Variación 2005-2010 (%)	2005	2010	Variación 2005-2010 (%)	2005	2010	Variación 2005-2010 (%)
Fabricación de pulpa, papel y cartón (SCIAN 3221)	429	352	144,571,800	124,141,452	-14	92,650,349	75,094,700	-19	16,599,055	15,683,803	-6
Todos los sectores que presentaron registros	25,519	22,612	4,833,498,433	5,530,710,253	14	807,172,052	514,173,851	-36	234,003,770	221,806,836	-5
Posición del sector (SCIAN 3221) respecto de todos los sectores			9	9		2	2		3	3	

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

45. Arauco (2005), "Plan de manejo de residuos peligrosos", en: *Informe final: Planta Licancel*, Arauco y Constitución. Semarnat (2007), *Regulación de los residuos peligrosos en México*, Colección Técnica y Estadística. INE-Semarnat (2007), *La responsabilidad jurídico-penal asociada al manejo inadecuado de los residuos peligrosos en México*, disponible en: <www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/398/olvera.html> (consulta realizada en mayo de 2013).



- La planta no cumple con umbrales de registro en el RETC, por varias razones (entre otras, una merma en las operaciones durante una parte del año o porque no cuenta con un número mínimo de empleados, calculado en horas por año).
- No fabrica, procesa o de otra manera utiliza contaminantes sujetos a registro en el RETC de ese país.
- Se encuentra en situación de incumplimiento de los requisitos de registro en el RETC.

Las plantas de fabricación de celulosa y papel en América del Norte registraron un total de emisiones y transferencias por más de 144.5 millones de kg en 2005, y poco más de 124 millones de kg en 2010 (decremento de 14%). Este sector industrial alcanzó el noveno lugar entre los sectores de América del Norte que presentaron informes del total de emisiones y transferencias registrados en 2005 y 2010. Asimismo, ocupó el segundo lugar, después de las centrales eléctricas, en términos de emisiones al aire en los dos años seleccionados, y tercero en términos de emisiones al agua, después de las plantas de tratamiento de aguas residuales y el sector de matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles. Aunque el lugar que ocupó el sector de fabricación de celulosa y papel en relación con los demás sectores industriales no cambió entre 2005 y 2010, las emisiones al aire registradas por este sector disminuyeron 19% y las emisiones al agua registradas, 6 por ciento. No obstante, los tres países presentaron diferencias en cuanto a presentación de informes, como se muestra en la gráfica 30.

La gráfica 30 muestra que, en 2005, Estados Unidos dio cuenta de más de 76%, Canadá de 23% y México de menos de 1% del total de emisiones y transferencias registradas por este sector. Para 2010, el porcentaje registrado por Estados Unidos había disminuido a aproximadamente 74%, el de Canadá se había incrementado a 26% y el de México seguía siendo de menos de 1% del total. La reducción global de 14% registrada por este sector entre 2005 y 2010 refleja la actividad de registro en Canadá y Estados Unidos, pero no la de México, donde el total de emisiones y transferencias se incrementó 70 por ciento.

Este apartado del informe tiene como objetivo principal contribuir a una mejor comprensión de las posibles razones que causaron decrementos en las emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón entre 2005 y 2010. Son varios los factores que pudieron haber influido en estas disminuciones, a saber:

- un menor número de instalaciones que presentaron informes, debido al cierre de operaciones o una menor producción;
- la instalación o instrumentación de tecnologías o procesos para la prevención o el control de la contaminación;
- cambios en las metodologías utilizadas para calcular emisiones;
- cambios en la forma en que se manejaron los contaminantes (por ejemplo, enviándolos a disposición final en vez de emitirlos a la atmósfera), y cambios en los requisitos de registro en los RETC para plantas industriales o contaminantes, o en la reglamentación ambiental aplicable a este sector industrial.

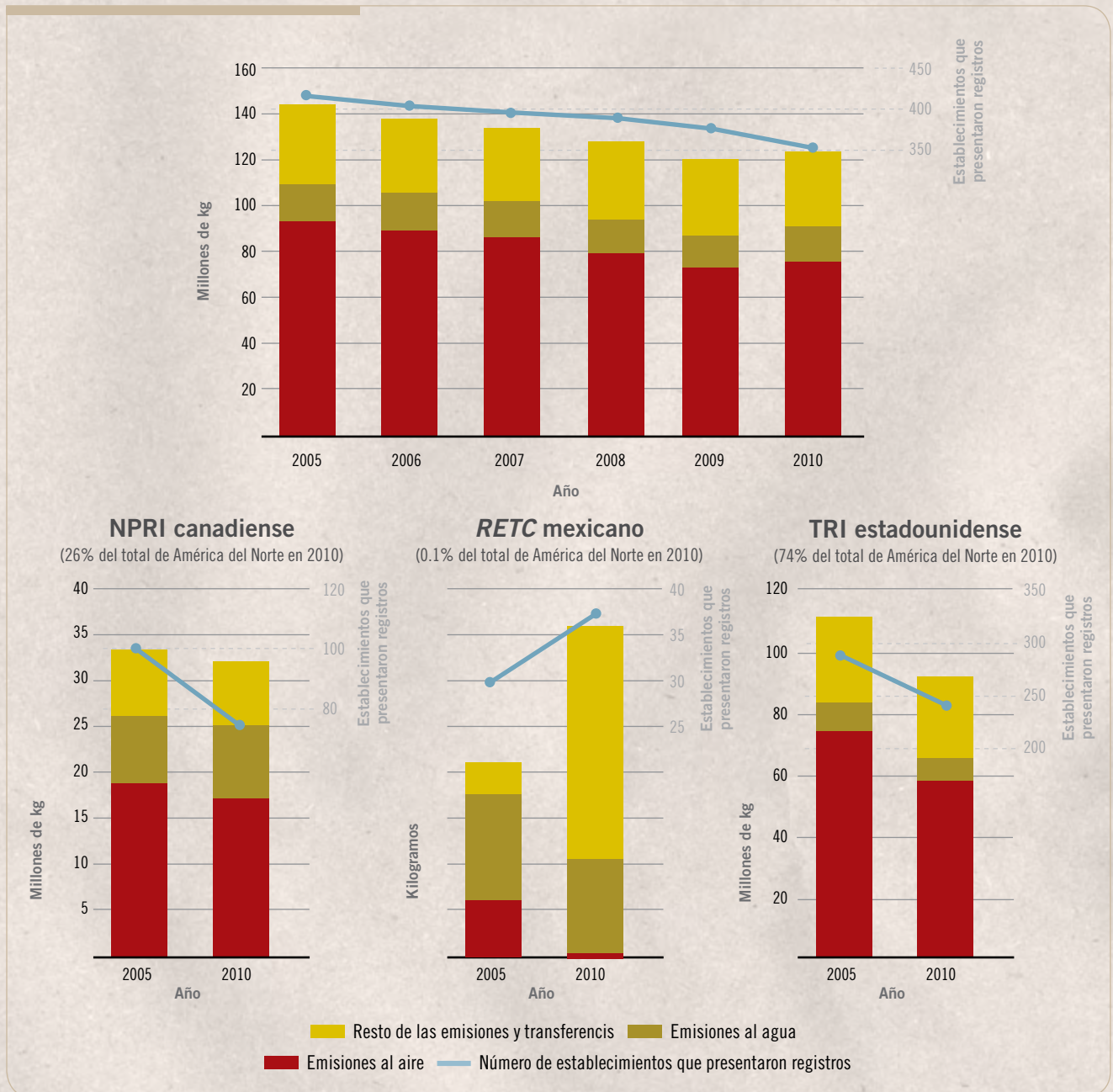
Algunos datos relacionados con estos factores se encuentran en los registros presentados por las plantas a los RETC. Para abundar sobre el tema y obtener una visión del sector, se recurrió a otras fuentes, a saber:

- comentarios presentados por las plantas, a disposición de la ciudadanía, incluidos en los registros de datos RETC, relacionados con iniciativas para la prevención o el control de la contaminación o razones que explican cambios observados de un año a otro;
- cuestionario de la CCA aplicado a plantas de este sector, y
- asociaciones o cámaras de la industria de la celulosa y el papel en cada uno de los tres países.

La gráfica 31 presenta detalles sobre la actividad de registro de las plantas industriales pertenecientes a los tres subsectores que conforman el sector de fabricación de celulosa, papel y cartón, en cada país. Muestra que, en conjunto, las fábricas de papel constituyen el mayor número de establecimientos que entregaron informes, tanto en 2005 como en 2010, cifra que se redujo en Canadá y Estados Unidos, pero que aumentó en México. Sin embargo, en términos de cantidades registradas, las fábricas de celulosa dieron cuenta del porcentaje más alto, en promedio, de emisiones y transferencias totales, entre las que se incluyen emisiones al aire y el agua, en ambos años. Esta situación es de esperarse, dado el mayor potencial de generación de contaminantes que implican los procesos de elaboración de celulosa, como la preparación de pasta química y el blanqueo, en comparación con la fabricación de papel. México es la excepción: sólo dos fábricas de celulosa presentaron informes (con un volumen total registrado relativamente bajo).



Gráfica 30. Emisiones y transferencias registradas por el sector de fabricación de celulosa, papel y cartón en América del Norte, 2005-2010

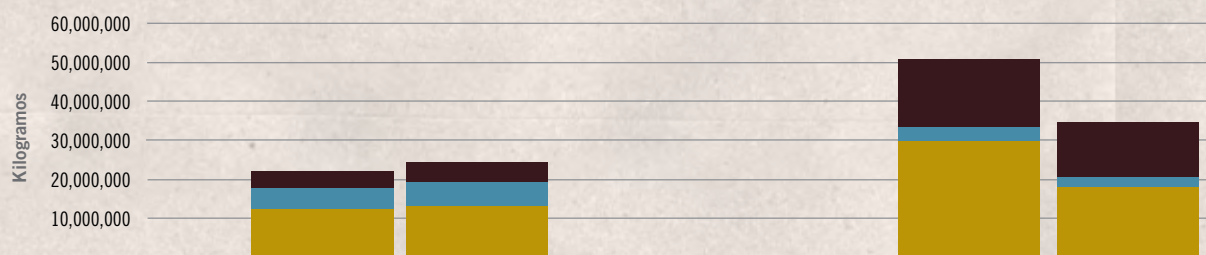


Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



Gráfica 31. Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón en los RETC de América del Norte, 2005 y 2010

### Fabricación de papel (celulosa)



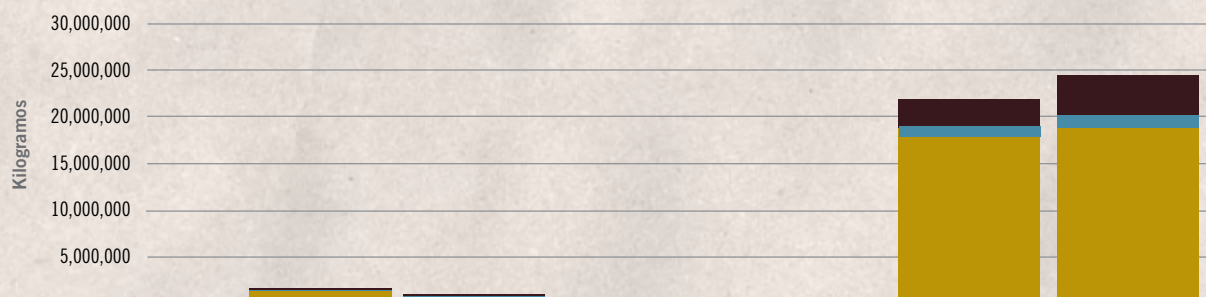
	NPRI canadiense		RETC mexicano		TRI estadounidense	
	2005	2010	2005	2010	2005	2010
Número de establecimientos	45	36	2	2	55	39
Resto de las emisiones y transferencias	4,213,596	4,857,766	0	0	17,445,972	14,308,916
Emisiones al agua (kg)	4,852,620	6,222,677	0	523	3,992,556	2,381,032
Emisiones al aire (kg)	12,994,068	13,311,558	0	0	29,554,705	18,071,896

### Fabricación de papel



	NPRI canadiense		RETC mexicano		TRI estadounidense	
	2005	2010	2005	2010	2005	2010
Número de establecimientos	45	31	14	21	154	118
Resto de las emisiones y transferencias	2,895,002	2,148,893	1,403	4,762	7,712,956	7,798,652
Emisiones al agua (kg)	2,441,652	1,659,178	2,781	2,554	3,994,114	3,906,194
Emisiones al aire (kg)	4,580,372	3,262,776	2,449	17	26,308,296	20,929,573

### Fabricación de cartón



	NPRI canadiense		RETC mexicano		TRI estadounidense	
	2005	2010	2005	2010	2005	2010
Número de establecimientos	10	7	14	14	90	84
Resto de las emisiones y transferencias	169,616	45,012	0	5,060	2,883,850	4,193,889
Emisiones al agua (kg)	176,909	90,835	1,715	1,268	1,136,709	1,419,543
Emisiones al aire (kg)	1,267,710	623,136	20	74	17,942,729	18,895,669

*Nota:* De todas las fábricas que presentaron registros, 25 establecimientos estadounidenses y cinco canadienses son fábricas combinadas. Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



3.7.1 Efectos de la reducción en el número de plantas que presentaron informes en el decremento de las cantidades registradas, 2005-2010

En este apartado se examinan los decrementos observados en las cantidades de contaminantes registradas entre 2005 y 2010 correspondientes tres subsectores o segmentos específicos del sector, a fin de determinar si tales reducciones obedecen a una disminución en el número de plantas que presentaron informes. Los datos procedentes de establecimientos que informaron con regularidad (es decir, aquellos que presentaron registros tanto en 2005 como en 2010) se compararon con los correspondientes a plantas que declararon en 2005 pero no en 2010.

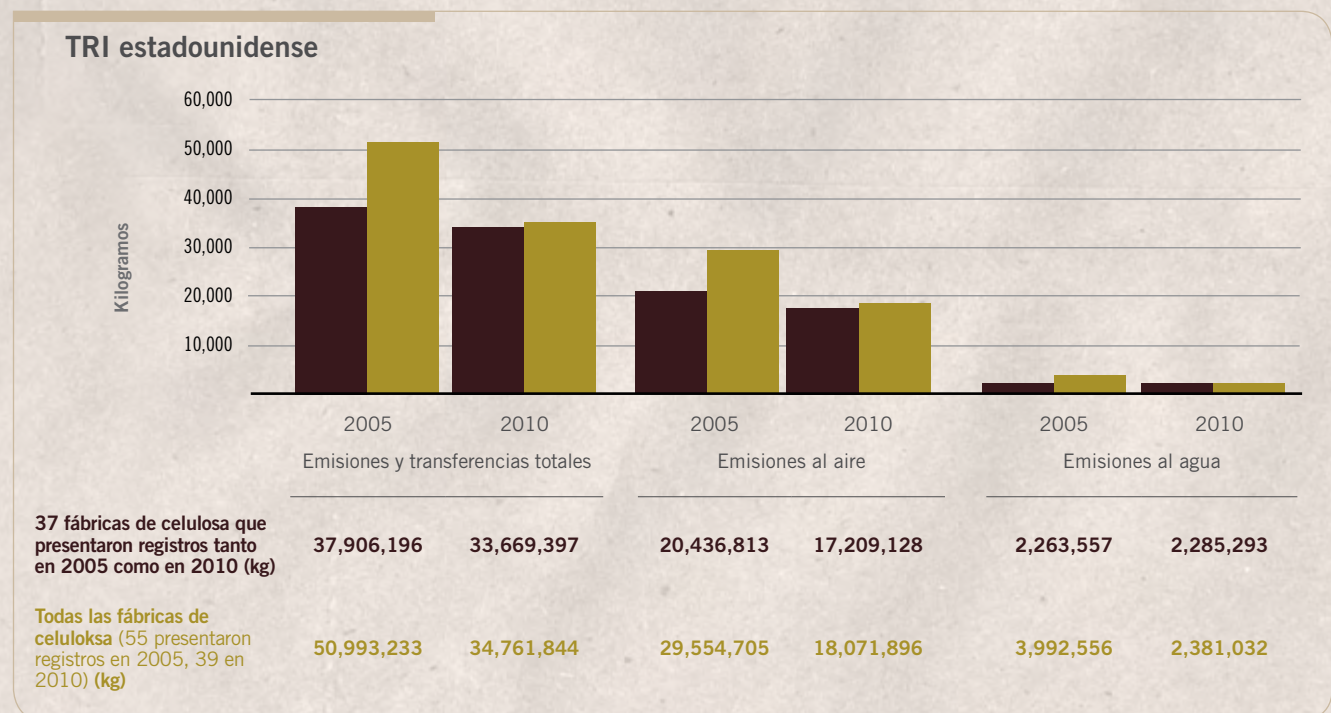
a) Fábricas de celulosa de Estados Unidos

Si bien el número de fábricas de celulosa que presentaron registros disminuyó tanto en Canadá como en Estados Unidos, el decremento en las cantidades registradas entre 2005 y 2010 provino de las fábricas de celulosa de Estados Unidos (los volúmenes registrados por este subsector en Canadá aumentaron). Sin embargo, como se muestra en la gráfica 32, una gran parte de la reducción registrada en Estados Unidos puede atribuirse a una disminución en el número de instalaciones que presentaron informes: casi 80% (o 13 millones de kg) del decremento en las emisiones y transferencias totales

registradas entre 2005 y 2010 correspondió a 16 establecimientos que no informaron en 2010. En el caso de las emisiones al agua, las fábricas estadounidenses de celulosa que presentaron informes en ambos años de hecho registraron un modesto incremento en el periodo.

De las plantas de celulosa estadounidenses que no presentaron informes en 2010, tres no lo hicieron porque cesaron operaciones. Estas tres plantas dieron cuenta de casi 965,000 kg en emisiones y transferencias totales en 2005. La mayoría de las instalaciones para las cuales no se tienen datos relacionados con la elaboración de celulosa para 2010 sí presentaron registros, aunque los datos se relacionan con sus operaciones de fabricación de papel o cartón (se trata de plantas de operaciones combinadas). Estas fábricas informaron en 2005 acerca de un total de poco más de 12 millones de kg en emisiones y transferencias procedentes de operaciones de elaboración de celulosa, pero ninguna presentó registros en 2010; ese año, sin embargo, informaron sobre más de 5.7 millones de kg procedentes de operaciones de fabricación de cartón y más de 2.3 millones de kg de la fabricación de papel. Por consiguiente, aunque estos datos siguen reflejando un decremento global para las fábricas de celulosa, dos tercios de esta reducción obedecen, en realidad, a cambios en los registros de otras categorías de producción, lo que se traduce en incrementos en los registros de los otros dos subsectores.

Gráfica 32. Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de celulosa de Estados Unidos, 2005 y 2010



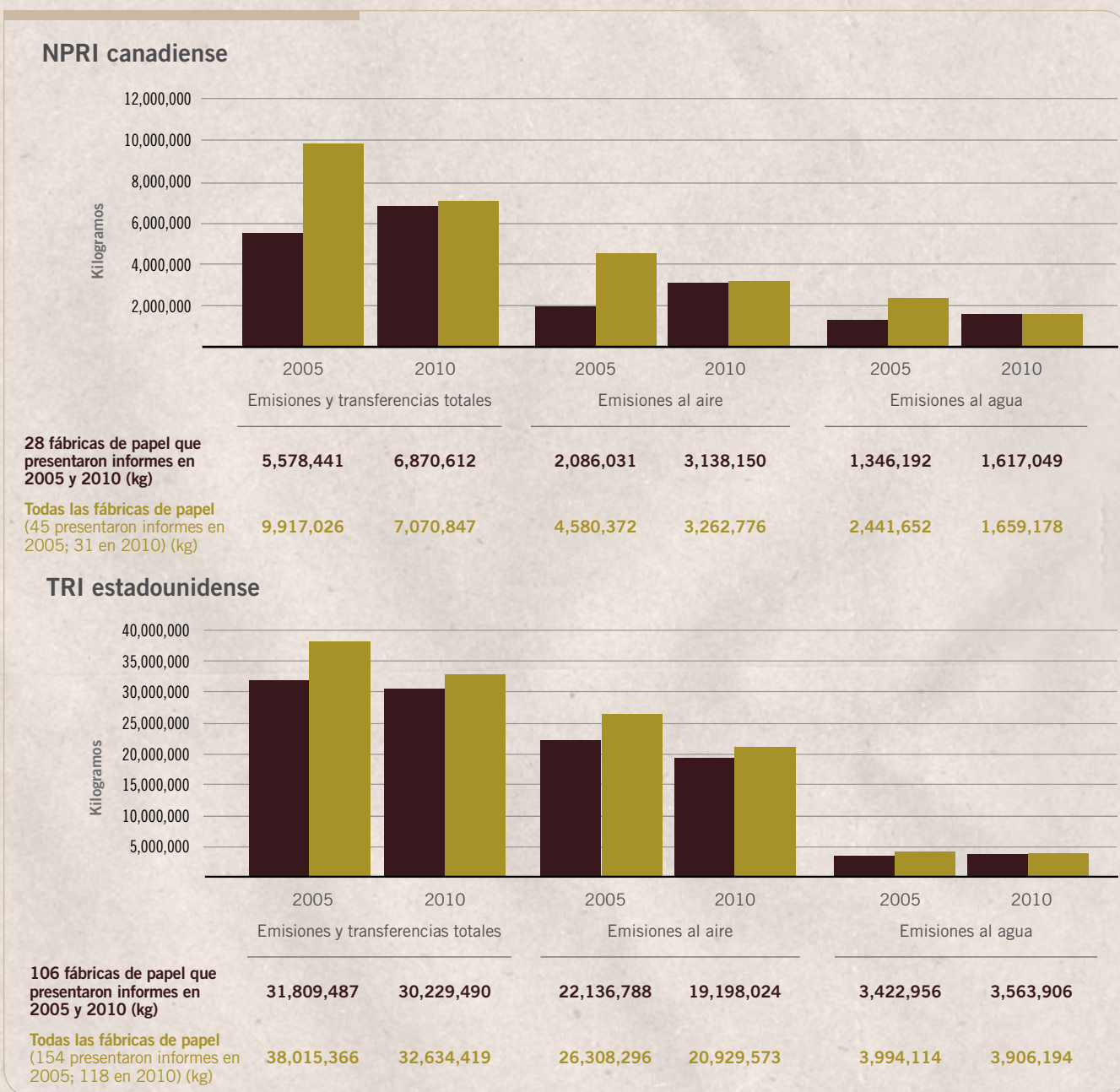


**b) Fábricas de papel canadienses y estadounidenses**

La gráfica 33 muestra que, al igual que con las fábricas de celulosa de Estados Unidos, los decrementos registrados por el subsector de fabricación de papel canadiense y estadounidense también obedecen, en gran parte, a un menor número de plantas industriales que presentaron registros. En Canadá, las fábricas de papel que declararon en 2005 y 2010, de hecho,

registraron incrementos en sus emisiones y transferencias totales, así como en sus emisiones al aire y el agua. En Estados Unidos, las plantas que presentaron informes en estos dos años mostraron disminuciones relativamente menores en términos de emisiones y transferencias totales, así como en emisiones al aire, aunque registraron un incremento en términos de emisiones al agua en el mismo periodo.

Gráfica 33. Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de papel canadienses y estadounidenses, 2005 y 2010



Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



De las 36 fábricas de papel estadounidenses para las que se carece de datos correspondientes 2010, siete sí declararon ese año, pero los datos corresponden a sus actividades relacionadas con la elaboración de celulosa o cartón. De igual forma, dos fábricas de papel canadienses no presentaron datos relacionados con sus actividades en el ramo del papel en 2010, pero sí sobre sus operaciones de fabricación de celulosa o cartón. De las aproximadamente cuarenta plantas restantes en los dos países que no informaron en 2010, varias suspendieron operaciones a lo largo de este periodo, mientras que otras no lo hicieron por razones desconocidas.

### c) Fábricas de papel canadienses

La gráfica 34 muestra que los decrementos registrados en el periodo de 2005 a 2010 en términos de emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de papel canadienses también obedecen básicamente a un menor número de plantas que presentaron registros dentro de este subsector. Las emisiones al aire y el agua procedentes del grupo de plantas que presentaron registros tanto en 2005 como en 2010 aumentaron en este periodo. De las cinco fábricas de papel canadienses que no informaron en 2010, sólo una se mantuvo en plena operación a lo largo de este periodo de seis años y tres suspendieron operaciones.

### 3.7.2 Contaminantes emitidos al aire y el agua procedentes de fábricas de celulosa, papel y cartón, 2005-2010

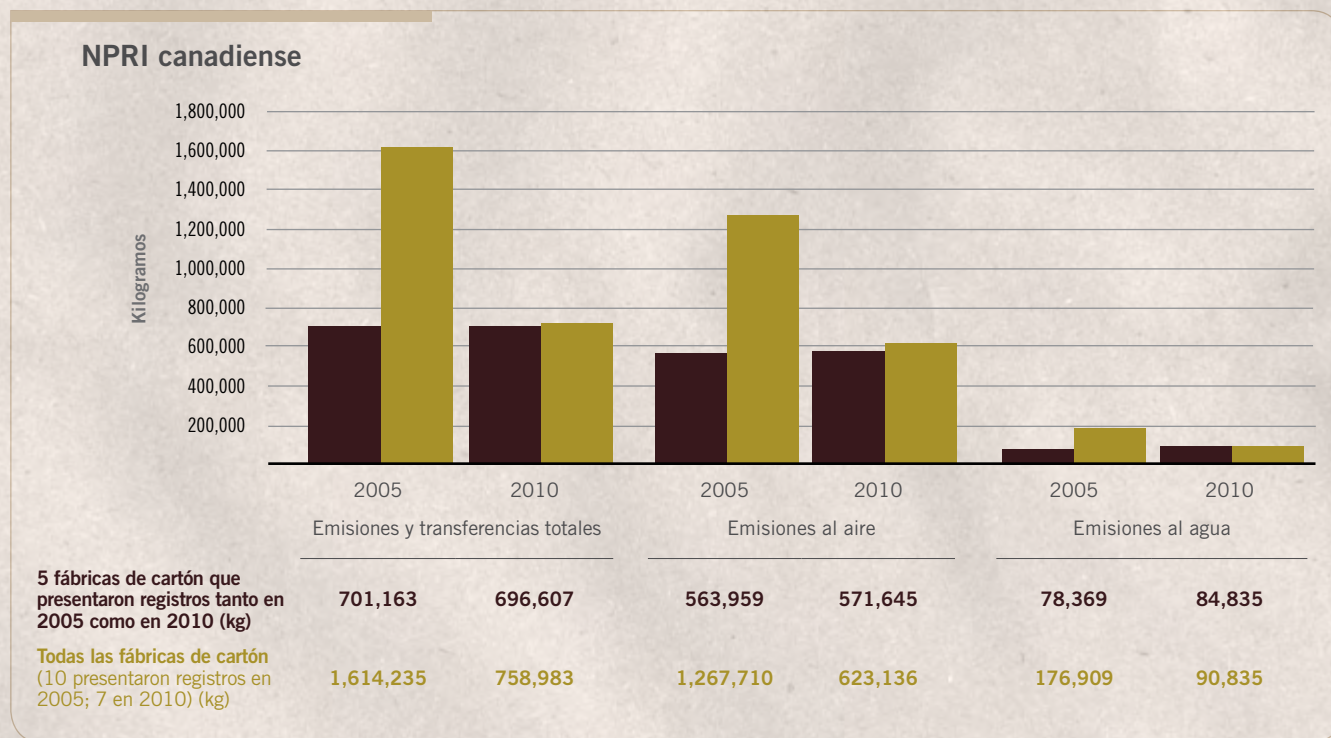
Entre 2005 y 2010, las fábricas de celulosa, papel y cartón en América del Norte presentaron registros por un total de 109 contaminantes;<sup>46</sup> de éstos, 101 fueron emitidos al aire y 77 al agua. Cabe recordar a los lectores que las emisiones de CAC y GEI no se incluyen en el presente análisis.

Hubo diferencias en el número de contaminantes registrados por fábricas de cada uno de los tres países:

- en Canadá, las plantas dentro de este sector registraron 71 contaminantes emitidos al aire y 51 descargados en el agua, entre 2005 y 2010;
- en Estados Unidos se registraron emisiones al aire de sesenta contaminantes y de 47 al agua, y
- en México, las fábricas registraron un total de doce contaminantes emitidos al aire y once al agua.

Los contaminantes emitidos al aire y el agua registrados en mayores volúmenes por este sector, y los cambios observados en estas emisiones en el periodo de 2005 a 2010, se muestran en los cuadros 29a y 29b. Existen diferentes factores que

Gráfica 34. Emisiones al aire y el agua registradas por fábricas de cartón canadienses, 2005 y 2010



46. Los contaminantes "registrados" corresponden a aquellos sobre los que se presentaron informes de cantidades de al menos 0.0001 kilogramos.



afectan las cantidades y clases de contaminantes registrados por las plantas, entre los que se incluyen el tipo y la antigüedad de los establecimientos, los combustibles utilizados en sus operaciones y las tecnologías de sus procesos.

Estos cuadros muestran que los seis principales contaminantes emitidos al aire representaron aproximadamente 98% de todas las emisiones al aire registradas en esos dos años, mientras que, para las emisiones al agua, los cinco principales contaminantes registrados dieron cuenta de 99% del total cada año. En la mayoría de los casos, las emisiones registradas de estas sustancias disminuyeron en el periodo.

Los datos presentados en los cuadros destacan los efectos de las diferencias en los requisitos de registro de contaminantes entre los sistemas RETC de los tres países. De los contaminantes emitidos al aire y el agua en mayores volúmenes, sólo cuatro están sujetos a registro en los RETC de los tres países. De hecho, de los 109 contaminantes registrados que emitió al aire y el agua este sector, sólo 25 son comunes a los tres programas de registro. Muchas de estas sustancias que conforman el típico perfil de contaminantes del sector de fabricación de celulosa y papel y que se emitieron al aire y el agua en los mayores porcentajes (por ejemplo, el metanol al aire y nitratos al agua) no están sujetas a registro en el RETC mexicano. Sin embargo, incluso los contaminantes que deben informarse en México, como el acetaldehído, no fueron objeto de registro por parte de las plantas de fabricación de celulosa y papel en este país.

Del total de emisiones al aire registradas por este sector, el metanol por sí solo representó 65% en 2005 y 62% en 2010. Las fábricas de celulosa que presentaron informes, sobre todo en Estados Unidos, dieron cuenta de la mayor parte

de estas emisiones. El metanol se emite como subproducto en operaciones de elaboración de celulosa y blanqueo, así como en el ciclo de recuperación de sustancias químicas en el proceso de elaboración de celulosa. En este último proceso, las emisiones de metanol al aire (y varios otros COV, así como partículas de materia, compuestos de azufre reducido y otros contaminantes) suponen desafíos constantes para las fábricas de celulosa. El decremento global de 23% registrado en emisiones al aire de este contaminante refleja disminuciones entre las fábricas estadounidenses.

Los cuadros 29a y 29b también muestran las diferencias en los volúmenes de los principales contaminantes registrados por fábricas canadienses y estadounidenses. Sin embargo, al parecer, ello no obedece a las diferencias en términos de requisitos de registro entre ambos países porque, a excepción de algunas sustancias, los contaminantes con mayores emisiones están sujetos a registro tanto en el NPRI canadiense como en el TRI estadounidense. Así pues, los datos sugieren el impacto de otros factores, entre los que se incluye la selección de los insumos químicos; por ejemplo, en el caso de las emisiones de dióxido de cloro registradas, no todas las fábricas blanquean su celulosa y aquellas que sí lo hacen podrían optar por compuestos sin cloro. Por ello, las sustancias utilizadas, los procesos industriales y la magnitud de las operaciones constituyen algunas de las variables que pueden aportar información adicional sobre las diferencias en términos de emisiones al aire y el agua registradas por las plantas.

El mapa de la gráfica 35 muestra la ubicación de las fábricas de celulosa, papel y cartón que registraron emisiones al aire en sus respectivos RETC en 2010, mientras que en el cuadro 30 se presentan las principales plantas en términos de emisiones al aire registradas en 2005 y 2010.





Cuadro 29a. Principales contaminantes emitidos al aire y el agua por fábricas de celulosa, papel y cartón en América del Norte, 2005 y 2010

Contaminantes emitidos al aire	Emissiones al aire, 2005 (kg)	Emissiones al aire, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	%, NPRI canadiense 2010	%, RETC mexicano, 2010	%, TRI estadounidense, 2010
Metanol (CA, EU)	60,265,731	46,608,814	-23	19	–	81
Amoniaco total (CA, EU)	9,367,690	7,811,700	-17	20	–	80
Ácido clorhídrico (CA, EU)	9,131,233	7,993,865	-12	22	–	78
Ácido sulfúrico (CA, EU)	4,162,369	2,464,961	-41	7	–	93
Acetaldehído (CA, EU, MX)	4,057,959	2,754,719	-32	14	0	86
Ácido sulfhídrico (CA, MX)	1,197,959	538,271	-55	100	0	–
Formaldehído (CA, EU, MX)	865,464	733,914	-15	12	0	88
Dióxido de cloro (CA, EU, MX)	709,806	568,532	-20	68	0	32
Fenol (CA, EU, MX)	551,304	920,156	67	19	0	81
Cresol (CA, EU)	403,762	577,938	43	0	–	100
Azufre reducido total (CA)	–	2,760,633	-13*	100	–	–
<b>Total, once principales contaminantes</b>	<b>90,713,276</b>	<b>73,733,501</b>				
<b>Total, todos los contaminantes</b>	<b>92,650,349</b>	<b>75,094,700</b>				
<b>Proporción (%), principales contaminantes respecto de todos los contaminantes</b>	<b>98</b>	<b>98</b>				

\* Variación porcentual calculada desde 2007 (primer año de registro del azufre reducido total en Canadá).

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Cuadro 29b. Principales contaminantes emitidos al aire y el agua por fábricas de celulosa, papel y cartón en América del Norte, 2005 y 2010

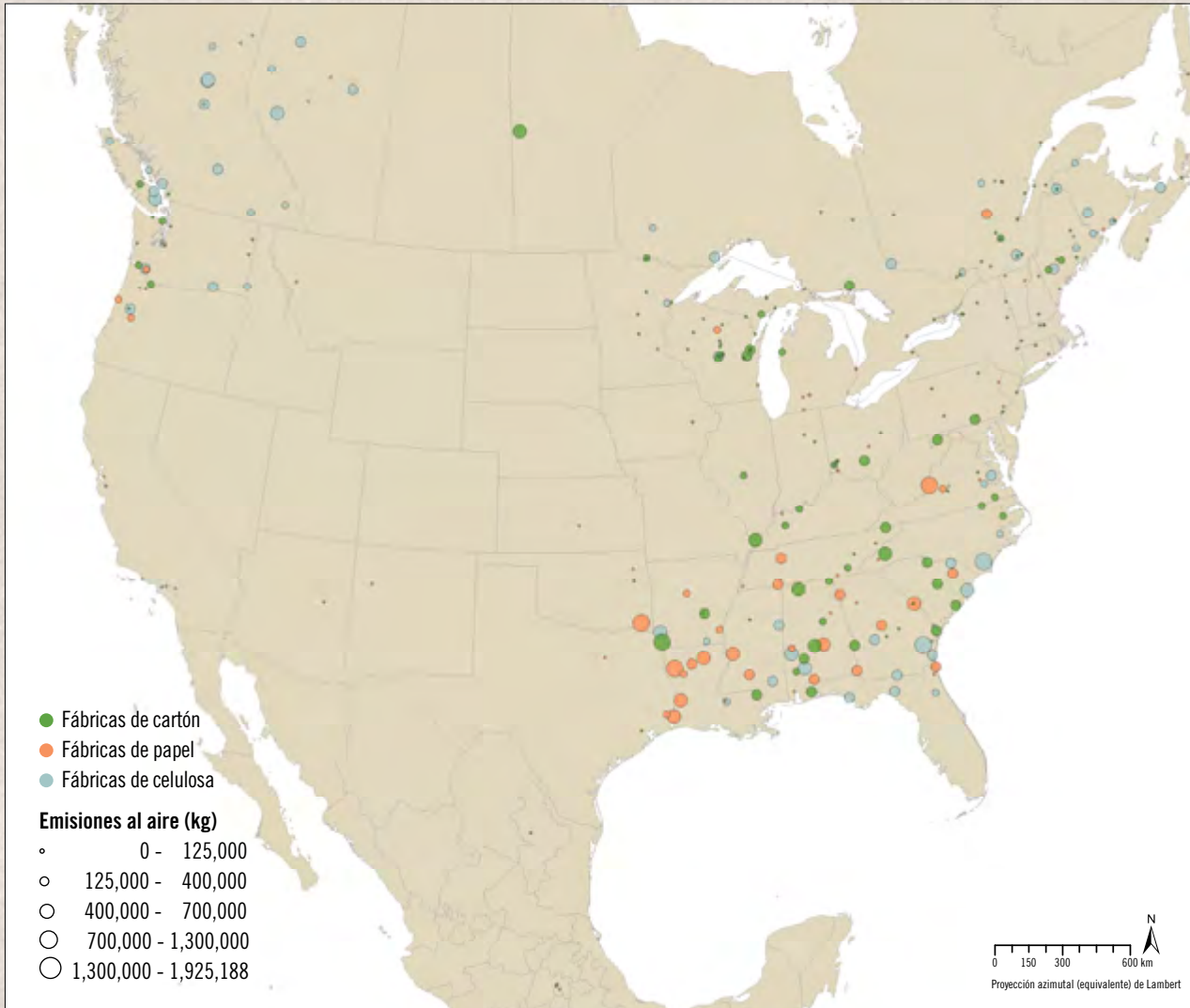
Contaminantes emitidos al agua	Emissiones al agua, 2005 (kg)	Emissiones al agua, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	%, NPRI canadiense 2010	%, RETC mexicano, 2010	%, TRI estadounidense, 2010
Ácido nítrico y compuestos nitrados (CA, EU)	4,940,424	4,629,247	-6	37	–	63
Manganeso y compuestos (CA, EU)	3,243,694	2,952,440	-9	35	–	65
Metanol (CA, EU)	2,745,486	1,799,779	-34	20	–	80
Amoniaco total (CA, EU)	2,601,349	4,105,726	58	83	–	17
Fósforo total (CA)	2,045,909	1,063,191	-48	100	–	–
Zinc y compuestos (CA, EU)	220,144	183,632	-17	24	–	76
Formaldehído (CA, EU, MX)	180,691	104,142	-42	34	0	66
Acetaldehído (CA, EU, MX)	172,499	167,906	-3	8	0	92
Bario y compuestos (EU)	148,708	126,156	-15	–	–	100
Ácido fórmico (CA, EU)	62,235	149,091	140	0	–	100
Azufre reducido total (CA)	–	193,919	113*	100	–	–
<b>Total, once principales contaminantes</b>	<b>16,361,140</b>	<b>15,475,229</b>				
<b>Total, todos los contaminantes</b>	<b>16,599,055</b>	<b>15,683,803</b>				
<b>Proporción (%), principales contaminantes respecto de todos los contaminantes</b>	<b>99</b>	<b>99</b>				

\* Variación porcentual calculada desde 2007 (primer año de registro del azufre reducido total en Canadá).

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



Gráfica 35. Distribución de los establecimientos que registraron emisiones al aire en los RETC de América del Norte, 2010



*Nota:* Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Cuadro 30. Plantas del sector de fabricación de celulosa, papel y cartón con los registros de volúmenes más elevados de emisiones al aire, 2005 y 2010

Nombre del establecimiento o planta industrial	Núm. de identificación RETC	Ciudad	Estado, provincia o territorio	País	Subsector industrial	Emisiones al aire, 2005 (kg)	Emisiones al aire, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Catalyst Paper Corporation - Crofton Division	1266	Crofton	Columbia Británica	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	951,729	978,791	3
AbiBow Canada Inc. - Thunder Bay Operations	930	Thunder Bay	Ontario	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	911,526	468,850	-49
Eurocan Pulp and Paper	3171	Kitimat	Columbia Británica	Canadá	Fabricación de papel	742,398	0	-
Canfor Pulp - Prince George Pulp and Paper/Intercontinental Pulp	4063	Prince George	Columbia Británica	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	722,824	1,228,569	70
Howe Sound Pulp & Paper Corporation - Howe Sound Pulp & Paper	1419	Port Mellon	Columbia Británica	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	689,454	616,403	-11
Canfor Pulp Limited Partnership - Northwood Pulp Mill	1797	Prince George	Columbia Británica	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	683,369	1,010,964	48
Catalyst Paper - Elk falls	333	Campbell River	Columbia Británica	Canadá	Fabricación de papel	630,535	0	-
Terrace Bay Pulp Inc. - Terrace Bay Pulp	2607	Terrace Bay	Ontario	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	615,765	82,095	-87
Twin Rivers Paper Company - Edmundston Pulp Mill	1221	Edmundston	Nuevo Brunswick	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	585,107	591,361	1
Prince Albert Pulp Inc. - Prince Albert Pulp and Paper	3610	Prince Albert	Saskatchewan	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	549,935	0	-
<b>Total, diez principales establecimientos, NPRI canadiense</b>						<b>7,082,643</b>	<b>4,977,034</b>	
<b>Total, todos los establecimientos que presentaron registros, NPRI canadiense</b>						<b>18,842,150</b>	<b>17,197,471</b>	
<b>Proporción (%), diez principales establecimientos respecto de todos los establecimientos que presentaron registros al NPRI canadiense</b>						<b>38</b>	<b>29</b>	
Copamex Industrias, S.A. de C.V.	CIN561904611	San Nicolás de Los Garza	Nuevo León	México	Fabricación de papel	2,424	0	-100
Smurfit Cartón y Papel de México - Div. Molino Los Reyes	SCP561510411	Tlalneantla	Estado de México	México	Fabricación de papel	25	17	-34
Papelera Iruña, S.A. de C.V.	PIR570900711	N/A	Distrito Federal	México	Fabricación de cartón	17	17	0
Smurfit Cartón y Papel de México, S.A. de C.V.	SCP561503311	Ecatepec	Estado de México	México	Fabricación de cartón	4	58	1,546
<b>Total, cuatro principales establecimientos, RETC mexicano*</b>						<b>2,469</b>	<b>91</b>	
<b>Total, todos los establecimientos que presentaron registros, RETC mexicano</b>						<b>2,469</b>	<b>91</b>	
<b>Proporción (%), cuatro principales establecimientos respecto de todos los establecimientos que presentaron registros al RETC mexicano</b>						<b>100</b>	<b>100</b>	
International Paper Co. - Mansfield Mill	71052NTRNTHWY50	Mansfield	Luisiana	Estados Unidos	Producción de pulpa (celulosa) y cartón	2,206,027	1,842,790	-16
International Paper Co. Texarkana Mill	75504NTRNTOBOX	Queen City	Texas	Estados Unidos	Fabricación de papel	2,139,237	1,925,118	-10
International Paper Co. Riegelwood Mill	28456FDRLPRIEGE	Riegelwood	Carolina del Norte	Estados Unidos	Producción de pulpa (celulosa)	2,103,977	1,781,085	-15
Rayonier Performance Fibers - Jesup Mill	31545TTRYNSAVAN	Jesup	Georgia	Estados Unidos	Producción de pulpa (celulosa)	1,907,041	1,526,722	-20
Evergreen Packaging	71611INTRNTFAIRF	Pine Bluff	Arkansas	Estados Unidos	Producción de pulpa y papel	1,892,388	689,687	-64
Smurfit-Stone Container Corp.	29502STNCNOLDGE	Florence	Carolina del Sur	Estados Unidos	Fabricación de cartón	1,805,624	548,182	-70
Meadwestvaco of Virginia - Covington Operations	24426WSTVCRIVER	Covington	Virginia	Estados Unidos	Fabricación de cartón	1,799,884	1,311,157	-27
Smurfit-Stone Container Enterprises Inc.	32034CNTNRNORTH	Fernandina Beach	Florida	Estados Unidos	Producción de pulpa y cartón	1,466,599	699,112	-52
International Paper Co. Franklin Mill	23851NNCMPHIGHW	Franklin	Virginia	Estados Unidos	Fabricación de papel	1,438,627	163,944	-89
Wisconsin Rapids Pulp Mill	54494CNLSLD950FO	Wisconsin Rapids	Wisconsin	Estados Unidos	Producción de pulpa (celulosa)	1,291,171	692,627	-46
<b>Total, diez principales establecimientos, TRI estadounidense</b>						<b>18,050,575</b>	<b>11,180,425</b>	
<b>Total, todos los establecimientos que presentaron registros, TRI estadounidense</b>						<b>78,805,730</b>	<b>57,897,138</b>	
<b>Proporción (%), diez principales establecimientos respecto de todos los establecimientos que presentaron registros al TRI estadounidense</b>						<b>23</b>	<b>19</b>	

\* Sólo cuatro establecimientos mexicanos del sector registraron emisiones al aire entre 2005 y 2010.

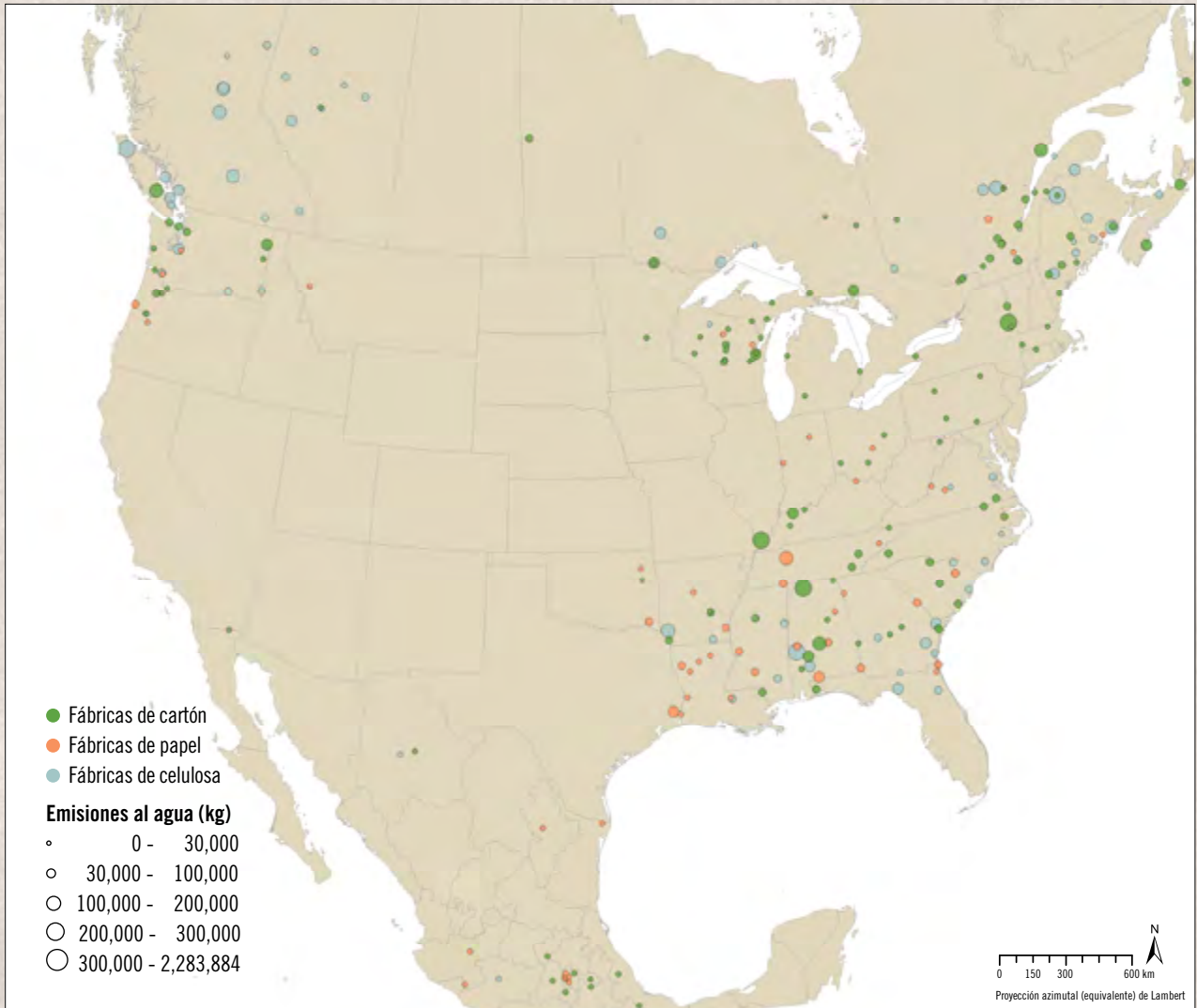
Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



El mapa de la gráfica 36 muestra la ubicación de las fábricas de celulosa, papel y cartón que presentaron informes de emisiones al agua a los respectivos sistemas nacionales

RETIC en 2010, mientras que el cuadro 31 presenta las plantas que registraron mayores volúmenes de emisiones al agua en 2005 y 2010.

Gráfica 36. Distribución de los establecimientos del sector que registraron emisiones al agua en los RETIC de América del Norte, 2010



*Nota:* Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETIC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

Cuadro 31. Plantas del sector de fabricación de celulosa, papel y cartón con los registros de volúmenes más elevados de emisiones al agua, 2005 y 2010

Nombre del establecimiento o planta industrial	Núm. de identificación RETC	Ciudad	Estado, provincia o territorio	País	Subsector industrial	Emisiones al agua, 2005 (kg)	Emisiones al agua, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Compagnie Abitibi Consolidated du Canada - Div. Alma	983	Alma	Quebec	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	809,866	231,562	-71
Catalyst Paper Corporation - Powell River Division	723	Powell River	Columbia Británica	Canadá	Fabricación de pulpa y papel	447,808	178,857	-60
Irving Pulp & Paper Ltd. - Irving Pulp & Paper	2604	Saint John	Columbia Británica	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	369,377	280,401	-24
Domtar Inc. - Kamloops Mill (SFO)	2924	Kamloops	British Columbia	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	283,819	252,974	-11
Domtar Inc. - Cornwall Business Unit	1197	Cornwall	Ontario	Canadá	Fabricación de papel	253,996	0	-
Cariboo Pulp and Paper Company	479	Quesnel	Columbia Británica	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	222,866	272,128	22
Western Pulp Limited - Squamish Operation	2872	New Westminster Dist.	Columbia Británica	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	205,029	0	-
West Fraser Mills Ltd. - Hinton Pulp	2991	Hinton	Alberta	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	193,895	180,784	-7
AbiBow Canada Inc. - Thunder Bay Operations	930	Thunder Bay	Ontario	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	187,454	117,927	-37
Domtar Inc. - Domtar Windsor Mill	1195	Windsor	Quebec	Canadá	Producción de pulpa (celulosa)	181,927	96,889	-47
<b>Total, diez principales establecimientos, NPRI canadiense</b>						<b>3,156,038</b>	<b>1,611,521</b>	
<b>Total, todos los establecimientos que presentaron registros, NPRI canadiense</b>						<b>7,471,181</b>	<b>7,972,689</b>	
<b>Proporción (%), diez principales establecimientos respecto de todos los establecimientos que presentaron registros al NPRI canadiense</b>						<b>42</b>	<b>20</b>	
Kimberly Clark de México, S.A. de C.V.	KCM562201621	San Cayetano	Querétaro	México	Fabricación de papel	2,174	2,029	-7
Smurfit Cartón y Papel de México, S.A. de C.V.	SCP561503311	Ecatepec	Estado de México	México	Fabricación de cartón	961	882	-8
Empaques de Cartón Titán, S.A. de C.V.	ECT571903912	Monterrey	Nuevo León	México	Fabricación de cartón	500	0	-
Smurfit Cartón y Papel de México - Div. Molino Los Reyes	SCP561510411	Tlalnepantla	Estado de México	México	Fabricación de papel	203	0	-
Grupo Pipsamex, S.A. de C.V. - Planta Veracruz	GPI563020711	Tres Valles	Veracruz	México	Fabricación de papel	167	0	-100
Sonoco de México, S.A. de C.V.	SME561503311	Santa Clara Coatitla	Estado de México	México	Fabricación de cartón	133	10	-93
Industrias Centauro, S.A. de C.V.	ICE561000511	Durango	Durango	México	Fabricación de papel	102	0	-
Papeles Lozar, S.A. de C.V.	PL0561503911	N/A	Estado de México	México	Fabricación de papel	59	0	-
Papelera Iruña, S.A. de C.V.	PIR570900711	N/A	Distrito Federal	México	Fabricación de cartón	57	24	-57
Manufacturas Sonoco, S.A. de C.V.	MSO571501211	Atizapán de Zaragoza	Estado de México	México	Fabricación de cartón	40	323	702
<b>Total, diez principales establecimientos, RETC mexicano</b>						<b>4,396</b>	<b>3,268</b>	
<b>Total, todos los establecimientos que presentaron registros, RETC mexicano</b>						<b>4,496</b>	<b>4,345</b>	
<b>Proporción (%), diez principales establecimientos respecto de todos los establecimientos que presentaron registros al RETC mexicano</b>							<b>75</b>	
Evergreen Pulp Enterprises	95564LSNPCLPDR1	Samoa	California	Estados Unidos	Producción de pulpa (celulosa)	691,465	0	-
Alabama River Cellulose LLC	36470LBMVROFFHI	Perdue Hill	Alabama	Estados Unidos	Producción de pulpa (celulosa)	656,294	159,252	-76
Wausau Paper Corp. - Brokaw Mill	54417WSPPR2NDST	Brokaw	Wisconsin	Estados Unidos	Fabricación de papel	373,054	52,979	-86
Georgia-Pacific Consumer Products LP	54307FRTHW1919S	Green Bay	Wisconsin	Estados Unidos	Fabricación de papel	364,363	160,730	-56
Weyerhaeuser Pacific Veneer	98537WYRHS700EA	Aberdeen	Washington	Estados Unidos	Producción de pulpa (celulosa)	347,920	0	-
International Paper - Courtland Mill	35618CHMPNPOBOX	Courtland	Alabama	Estados Unidos	Fabricación de papel	290,390	327,304	13
Temple-Inland	37134NLNDCCONAL	Waverly	Tennessee	Estados Unidos	Fabricación de pulpa y cartón	270,035	218,232	-19
Finch Paper LLC	12801FNCHP1GLEN	Glens Falls	Nueva York	Estados Unidos	Fabricación de papel	243,077	671,373	176
Domtar AW LLC - Ashdown Mill	71822NKSPPHIGHW	Ashdown	Arkansas	Estados Unidos	Producción de pulpa (celulosa)	218,499	202,928	-7
Meadwestvaco Texas LP	77656PLPPPPOBOX	Evadale	Texas	Estados Unidos	Fabricación de cartón	203,944	160,663	-21
<b>Total, diez principales establecimientos, TRI estadounidense</b>						<b>3,659,042</b>	<b>1,953,462</b>	
<b>Total, todos los establecimientos que presentaron registros, TRI estadounidense</b>						<b>9,123,378</b>	<b>7,706,768</b>	
<b>Proporción (%), diez principales establecimientos respecto de todos los establecimientos que presentaron registros al TRI estadounidense</b>							<b>25</b>	

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



### 3.7.3 Emisiones al aire y el agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo y la reproducción, metales y STPB registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón, 2005-2010

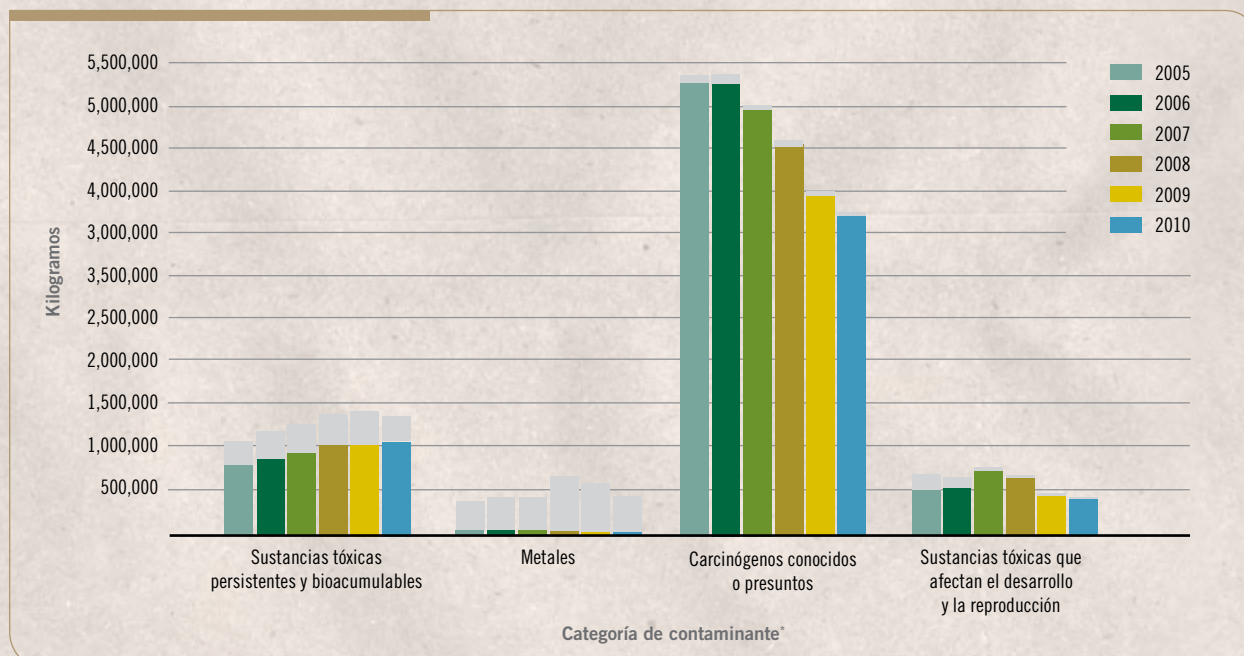
Varios de los contaminantes que las fábricas de celulosa, papel y cartón emiten de manera directa al medio ambiente cada año pertenecen a una o más de las siguientes categorías: carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB). En este apartado se examinan las emisiones al aire y el agua de estos contaminantes y, en particular, de aquellos que se consideran de interés especial por el enorme riesgo que suponen para la salud humana y el medio ambiente, aun cuando se liberen en cantidades relativamente pequeñas.

Las gráficas 37 y 38 presentan las emisiones al aire y el agua de contaminantes de estas cuatro categorías registradas por fábricas de celulosa y papel en América del Norte entre 2005 y 2010. En 2010 se registraron emisiones al aire de 46 contaminantes de esta clase, para alcanzar un total de casi 5.3 millones de kg, lo que significa una reducción de casi 20%

respecto de los niveles de 2005. Las plantas de este sector también registraron emisiones al agua de 35 contaminantes pertenecientes a estas categorías, por un total de 3.6 millones de kg (decremento de casi 12% en comparación con los niveles de 2005).

Los contaminantes registrados pertenecientes a las cuatro categorías y comunes a los tres sistemas RETC están representados por los segmentos de color de las barras, mientras que todos los contaminantes de estas categorías registrados están representados por los segmentos en gris. Ambas gráficas revelan una diferencia notoria entre las emisiones de compuestos metálicos comunes a los tres RETC y las emisiones de todos los metales. Entre los metales descargados en el agua que registraron los mayores volúmenes a lo largo de este periodo se incluyen manganeso y zinc, y sus respectivos compuestos, sujetos a registro en los RETC de Canadá y Estados Unidos, pero no de México, así como el bario (y sus compuestos), sujeto a registro únicamente en Estados Unidos. De hecho, de todos los contaminantes pertenecientes a estas categorías que las fábricas de celulosa, papel y cartón registraron como emitidos al aire o el agua, sólo 19 son comunes a los tres programas RETC.

Gráfica 37. Emisiones al aire de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón, 2005-2010



*Nota:* La parte en color de las columnas corresponde a los contaminantes dentro de cada categoría comunes a los tres RETC, en tanto que la parte en gris corresponde a contaminantes sujetos a registro en el RETC de cuando menos un país. Algunos contaminantes pertenecen a más de una categoría. Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



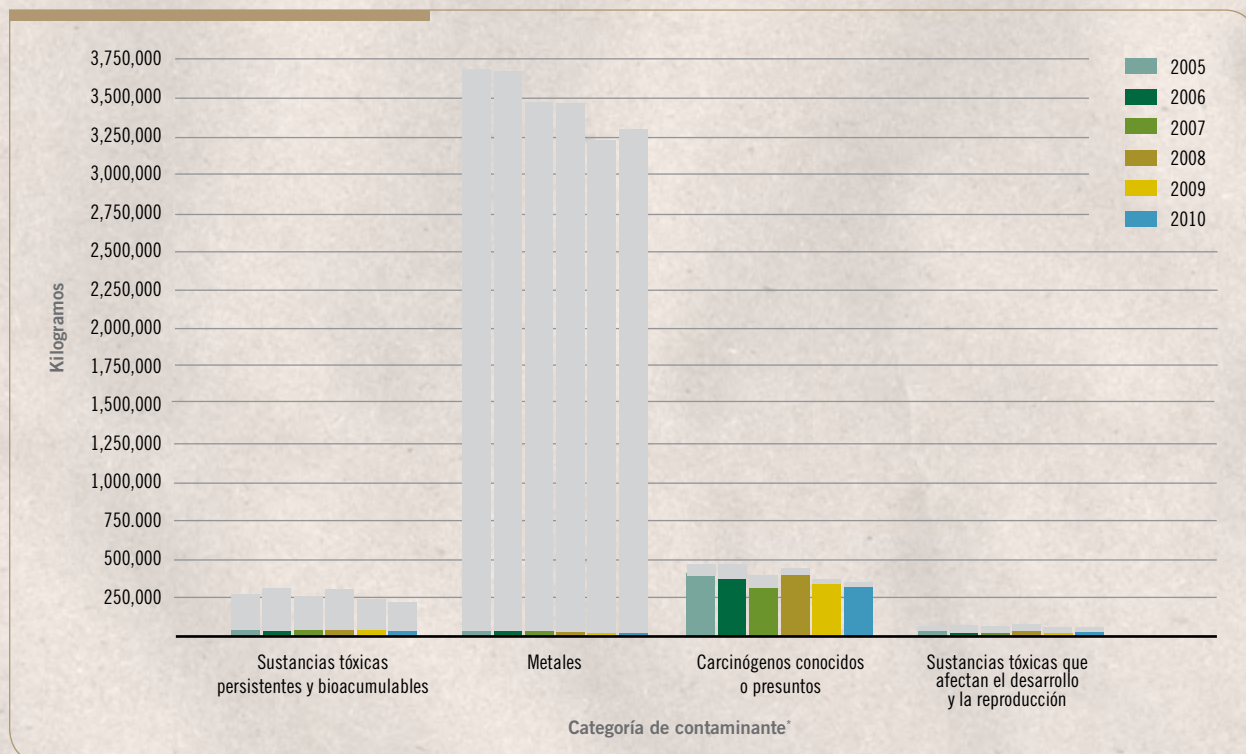
El cuadro 32 presenta los diez contaminantes pertenecientes a cuando menos una de las cuatro categorías y comunes a los tres sistemas RETC para los que el sector registró mayores volúmenes de emisión al aire. Muestra, además, una comparación de las cantidades emitidas (en kg) junto con sus correspondientes calificaciones por los riesgos cancerígenos y no cancerígenos (PET) que suponen, esto con el fin de ilustrar su toxicidad potencial al liberarse al aire. En conjunto, las emisiones al aire registradas de estos contaminantes se redujeron entre 2005 y 2010.

Este cuadro también pone de manifiesto la evidente ausencia de datos correspondientes a fábricas mexicanas: muy pocos establecimientos del sector han presentado informes al RETC y los que lo han hecho han registrado volúmenes sumamente bajos de emisiones al aire de tres contaminantes comunes: mercurio, plomo y cromo, y sus compuestos. En el cuadro se observa que muchos de los contaminantes

enumerados se registraron sobre todo en Canadá o bien en Estados Unidos, posible indicio de las diferencias entre ambos países en cuanto a procesos, combustibles y otros insumos utilizados en las fábricas de celulosa y papel.

Por ejemplo, entre los contaminantes comunes a los sistemas RETC de los tres países, la inmensa mayoría del total de emisiones al aire de mercurio y sus compuestos en 2010 corresponde a registros de fábricas estadounidenses. Estas emisiones se mantuvieron prácticamente sin cambios entre 2005 y 2010. El elevado índice de riesgos no cancerígenos (calificación PET) del mercurio constituye un sólido indicio de su potencial para causar daño cuando se emite al aire. Como se mencionó con anterioridad, el mercurio y otros contaminantes de interés especial emitidos por fábricas de celulosa y papel y otros sectores industriales han sido objeto de medidas reglamentarias más rigurosas aplicadas por autoridades de medio ambiente de América del Norte.

Gráfica 38. Emisiones al agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y STPB registradas por fábricas de celulosa, papel y cartón, 2005-2010



*Nota:* La parte en color de las columnas corresponde a los contaminantes dentro de cada categoría comunes a los tres RETC, en tanto que la parte en gris corresponde a contaminantes sujetos a registro en el RETC de cuando menos un país. Algunos contaminantes pertenecen a más de una categoría. Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



Cuadro 32. Fábricas de celulosa, papel y cartón: emisiones al aire de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales, y sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, comunes a los tres sistemas RETC, 2005 y 2010

Contaminante	C	D	M	P*	Emisiones al aire, 2005 (kg)	Emisiones al aire, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Índice de riesgos cancerígenos (PET) para emisiones al aire, 2010	Índice de riesgos no cancerígenos (PET) para emisiones al aire, 2010	%, NPRI canadiense, 2010 (# de plantas)	%, RETC mexicano, 2010 (# de plantas)	%, TRI estadounidense, 2010 (# de plantas)
Mercurio y compuestos	x	x	x	x	788	785	0	–	10,984,584,401	8.5 (19)	0.5 (3)	91 (113)
Plomo y compuestos	x	x	x	x	14,697	12,067	-18	337,870	6,998,741,796	11 (46)	1 (4)	88 (188)
Cadmio y compuestos	x	x	x	x	322	242	-25	6,281,012	458,997,038	97 (53)	0 (3)	3 (1)
Arsénico y compuestos	x	x	x	x	265	368	39	5,886,512	30,904,190	83 (32)	0 (2)	17 (2)
Acetaldehído	x				4,057,959	2,754,719	-32	27,547	25,618,891	14 (25)	0	86 (106)
Clorometano		x			215,384	233,236	8	153,935	13,294,429	18 (3)	0	82 (12)
Níquel y compuestos	x	x	x	x	4,308	3,886	-10	10,881	12,434,871	0	0 (3)	100 (8)
Formaldehído	x				865,464	733,914	-15	14,678	11,742,628	12 (17)	0 (3)	88 (93)
Cromo y compuestos	x	x	x	x	731	1,400	91	182,001	4,340,028	14 (28)	0.1 (3)	86 (8)
Cloroformo	x	x		x	214,935	112,626	-48	180,202	1,576,765	38 (2)	0	62 (6)
<b>Total, diez principales contaminantes comunes a los tres RETC</b>					<b>5,374,853</b>	<b>3,853,242</b>		<b>13,074,639</b>	<b>18,542,235,037</b>			
<b>Total, 19 contaminantes comunes a los tres RETC</b>					<b>6,020,064</b>	<b>4,805,996</b>		<b>15,640,322</b>	<b>20,415,413,273</b>			

\* C = Carcinógenos conocidos o presuntos; D = Sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción; M = Metales; P = Sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables  
 Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

La gran mayoría de todas las emisiones al aire de cadmio y sus compuestos en 2010 corresponde a registros efectuados por fábricas canadienses. El cadmio y otros metales pueden emitirse al aire por la combustión de lodos procedentes de hornos de cal y el licor gastado de hornos de recuperación de sustancias químicas, así como de las calderas. Varios metales pueden encontrarse también en los “combustibles alternativos” a veces utilizados en la generación de electricidad en plantas industriales (más frecuentemente en hornos cementeros). La revisión realizada en 2010 de una propuesta por la planta de celulosa y papel Corner Brook en Terranova y Labrador, Canadá, respecto de la utilización de combustible derivado de llantas para generar electricidad para la planta generó inquietudes sobre el potencial para emitir metales como arsénico y zinc y sus compuestos.<sup>47</sup>

Por cuanto a las emisiones al agua de contaminantes pertenecientes a alguna de las cuatro categorías y comunes a los tres sistemas RETC emitidos al agua, el cuadro 33 muestra una reducción en el total registrado de aproximadamente 24% (de cerca de 399,000 kg en 2005 a unos 304,000 kg en 2010). Las calificaciones (PET) en cuanto a riesgos

cancerígenos y no cancerígenos de los diez principales contaminantes comunes se comparan respecto de las cantidades emitidas (en kg); ello (es decir, considerar el potencial de equivalencia tóxica de las sustancias en cuestión), permite obtener un panorama completamente distinto de estas emisiones al agua.

Las emisiones al agua que el sector registró de mercurio y sus compuestos aumentaron considerablemente entre 2005 y 2010: de cerca de 79 a casi 338 kg. Aun cuando estos volúmenes son relativamente bajos en comparación con otros contaminantes emitidos por fábricas de celulosa y papel, el hecho es que su elevado índice PET por sus efectos no cancerígenos coloca a los compuestos de mercurio en el primer lugar. En 2010 quince plantas canadienses dieron cuenta de 24% del total de emisiones al agua de mercurio registradas; 77 plantas estadounidenses registraron aproximadamente 48% y quince fábricas mexicanas respondieron por 28% del total.

En comparación con las emisiones al aire, donde hubo una ausencia de datos correspondientes a México (véase el cuadro 32), este cuadro muestra que las fábricas mexicanas

47. Government of Newfoundland and Labrador, Department of Environment and Conservation (2010), “Corner Brook Pulp & Paper Tire Derived Fuel (TDF) Co-Firing Trial Project; Summary of environmental assessment process”, Departamento de Medio Ambiente y Conservación, gobierno de Terranova y Labrador, disponible en: <[www.env.gov.nl.ca/env/env\\_assessment/projects/Y2010/1539/index.html](http://www.env.gov.nl.ca/env/env_assessment/projects/Y2010/1539/index.html)> (consulta realizada en noviembre de 2013).



registraron emisiones al agua de seis metales, algunos de ellos en volúmenes relativamente altos, procedentes de la mayoría de las plantas de este sector que presentaron informes. Por ejemplo, veinte fábricas en México registraron emisiones de níquel y compuestos en 2010. Los compuestos de níquel se encuentran en los combustibles fósiles utilizados en las fábricas de celulosa y papel. Las aleaciones de níquel también se emplean en equipo utilizado en las fábricas (por ejemplo, digestores y calentadores de licor negro) por tener una mayor resistencia a entornos altamente corrosivos frente a otros metales. Con todo, el desgaste y la corrosión sí tienen lugar y, entonces, se llega a emitir níquel al medio ambiente.

### 3.7.4 Visión de fábricas de celulosa, papel y cartón de América del Norte

Con el propósito de abundar sobre las razones de los decrementos registrados en emisiones al aire y el agua procedentes de este sector y, sobre todo, para obtener información más detallada respecto de las iniciativas en materia de sustentabilidad ambiental emprendidas, la CCA realizó una encuesta entre plantas industriales, a la que respondió un pequeño número de establecimientos,<sup>48</sup> en representación de los tres subsectores: fábricas de celulosa, papel y cartón.

Lejos de buscar ser vehículo de verificación de los datos RETC registrados por estas plantas, el cuestionario aplicado tenía como objetivo obtener información adicional sobre sus actividades. Asimismo, se consultaron los comentarios anecdóticos plasmados en los informes que presentaron algunas plantas canadienses y estadounidenses al NPRI y el TRI, en relación con sus iniciativas para prevenir la contaminación u otras razones que explicaran cambios en sus registros de un año a otro. Por último, se estableció comunicación con algunas asociaciones de fabricación de celulosa y papel de los tres países para recabar comentarios adicionales. La siguiente información se obtuvo de estas fuentes.

Entre las cinco plantas canadienses que participaron en la encuesta se incluyen una en Alberta, una en Ontario y tres en Quebec. Sin figurar entre las principales plantas en términos de los volúmenes registrados de emisiones al aire o el agua, estas plantas registraron en el periodo comprendido entre 2005 y 2010 emisiones al aire en cantidades que variaron desde unos cuantos kilogramos hasta aproximadamente 23,000 kg. En términos de emisiones al agua, las cantidades registradas oscilaron entre 400 y 35,000 kg. Cada una de estas instalaciones registró disminuciones en sus emisiones al aire y el agua en el mismo periodo.

Cuadro 33. Fábricas de celulosa, papel y cartón: emisiones al agua de carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, comunes a los tres sistemas RETC, 2005 y 2010

Contaminante	C	D	M	P*	Emisiones al agua, 2005 (kg)	Emisiones al agua, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	Índice de riesgos cancerígenos (PET) para emisiones al agua, 2010	Índice de riesgos no cancerígenos (PET) para emisiones al agua, 2010	%, NPRI canadiense, 2010 (# de plantas)	%, RETC mexicano, 2010 (# de plantas)	%, TRI estadounidense, 2010 (# de plantas)
Mercurio y compuestos	x	x	x	x	79	338	326	–	4,392,487,263	24 (15)	28 (15)	48 (77)
Plomo y compuestos	x	x	x	x	16,156	14,520	-10	29,040	609,831,801	15 (40)	6 (15)	80 (129)
Cadmio y compuestos	x	x	x	x	1,229	890	-28	1,691,650	124,647,871	79 (45)	21 (14)	0
Arsénico y compuestos	x	x	x	x	3,726	3,139	-16	12,557,734	62,788,669	90 (28)	10 (14)	0
Cromo y compuestos	x	x	x	x	2,921	3,297	13	–	1,450,723	27 (25)	27 (18)	46 (6)
Acetaldehído	x				172,499	167,906	-3	1,058	856,320	8 (19)	0	92 (91)
Níquel y compuestos	x	x	x	x	2,797	1,684	-40	–	43,773	0	47 (20)	53 (6)
Formaldehído	x				180,691	104,142	-42	83	30,201	34 (13)	0	66 (80)
Cloroformo	x	x		x	10,761	1,131	-89	1,696	18,095	4 (2)	0	96 (4)
Clorometano		x			2	63	2,575	25	2,154	95 (2)	0	5 (4)
<b>Total, diez principales contaminantes comunes a los tres RETC</b>					<b>390,860</b>	<b>297,110</b>		<b>14,281,285</b>	<b>5,192,156,870</b>			
<b>Total, 19 contaminantes comunes a los tres RETC</b>					<b>399,202</b>	<b>304,222</b>		<b>14,579,531</b>	<b>5,403,839,254</b>			

\* C = Carcinógenos conocidos o presuntos; D = Sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción; M = Metales; P = Sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables.  
Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

48. Se recibieron once respuestas al cuestionario de la encuesta: cinco de Canadá, dos de Estados Unidos y cuatro de México. Sin embargo, en realidad las respuestas recibidas corresponden a 17 plantas en total, puesto que dos empresas mexicanas respondieron en nombre de varios establecimientos.



De las dos plantas estadounidenses participantes, una se ubica en Michigan y la otra en Carolina del Norte. Una de ellas registró emisiones al aire por casi 100,000 kg en 2005, mismas que se redujeron a aproximadamente 60,000 kg en 2010, y sus emisiones al agua fueron de cerca de 80 kg en 2010, por debajo de los 125 kg emitidos en 2005. La otra planta registró emisiones al aire por casi 750,000 kg en 2005 y aproximadamente 400,000 kg en 2010; sus emisiones al agua fueron de cerca de 22,000 kg en 2005 y 11,000 kg en 2010. Por consiguiente, ninguna de estas plantas se contó entre los principales establecimientos estadounidenses que presentaron informes en términos de volúmenes de emisiones al aire y el agua a lo largo de este periodo.

Las fábricas mexicanas que enviaron sus respuestas al cuestionario se ubican en el Estado de México, Michoacán, Jalisco, Oaxaca, Nuevo León, Querétaro, Veracruz y Sonora. Dos de estas plantas habían reportado emisiones al agua en el periodo de 2005 a 2010: una de ellas informó acerca de poco menos de un kilogramo y solamente en 2010, y otra registró una cantidad similar y sólo en 2005. Por lo tanto, ninguna de las plantas participantes en la encuesta se incluyó entre los principales establecimientos por su volumen de emisiones al aire y el agua.

Los participantes en la encuesta respondieron preguntas relacionadas con sus procesos, combustibles empleados e insumos de materiales, así como sobre sus emisiones al aire y el agua entre 2005 y 2010, entre las que se incluyeron:<sup>49</sup>

- ¿Qué materias primas y combustibles se utilizan en la planta, y emplea ésta tecnologías o procesos para controlar la contaminación atmosférica o para el tratamiento del agua y aguas residuales?
- ¿Cuáles son las principales preocupaciones de la planta en materia ambiental, sobre todo en cuanto a emisiones al aire y el agua?
- ¿Emprendió la planta iniciativas encaminadas a prevenir la contaminación entre 2005 y 2010, qué objetivos se perseguían y cuáles fueron los factores que las impulsaron?
- ¿Registró la planta decrementos en términos de emisiones al aire y el agua entre 2005 y 2010, y cuáles fueron las causas principales?

En cuanto a materias primas utilizadas, las fábricas mencionaron, entre otras, virutas o astillas de madera, fibra reciclada y postindustrial (periódicos viejos y papel recubierto), así como celulosa comprada, incluida pasta de celulosa kraft blanqueada de madera blanda. Una instalación

estadounidense mencionó el uso de fibra de eucalipto, planta de rápido crecimiento que se ha vuelto más común en la fabricación de papel (aunque tiene algunos inconvenientes, como el hecho de que no se cultiva en la mayor parte de América del Norte). Los encuestados también mencionaron una amplia variedad de combustibles usados para generar electricidad, entre los que identificaron el gas natural, carbón y gas de rellenos sanitarios. Unas cuantas fábricas de papel y papel periódico hicieron mención a sus procesos de destintado y una mencionó el uso de hidrosulfito de sodio para el blanqueo de la celulosa.

Siete de las once plantas que respondieron el cuestionario indicaron que contaban con sistemas de manejo ambiental: cuatro dijeron contar con un sistema ISO 14001; una con un sistema de certificación Forest Care, y dos dijeron tener sistemas individuales no registrados. Diez de las plantas participantes dijeron haber instrumentado cambios concretos entre 2005 y 2010 con el objetivo de prevenir o reducir la contaminación:

- ocho plantas señalaron haber realizado mejoras en el área de eficiencia energética, incluida la sustitución de combustibles (no se brindaron detalles al respecto);
- cinco instalaciones mencionaron la implementación de nuevas tecnologías de procesamiento;
- cuatro apuntaron la renovación de tecnología;
- cuatro indicaron la sustitución o reformulación de materias primas, sin proporcionar detalles;
- cinco mencionaron actividades de reciclaje y una indicó que estaba investigando usos alternativos para parte de sus desechos (un nuevo producto), y
- una afirmó haberse integrado a un programa de industria limpia.

Cuatro plantas también aportaron detalles sobre tecnologías nuevas para el control de la contaminación, entre las que se incluyen las siguientes:

- *Agua y aguas residuales*
  - Uso de hipoclorito de sodio y un biocida para el tratamiento de aguas residuales (mediante filtración con arenas).
  - Utilización de tecnología de intercambio iónico para separar colores residuales y cloro de las aguas residuales.
  - Aplicación de clarificadores y tratamiento de lodos activados, así como procesos para el tratamiento primario y secundario de aguas residuales.

49. El cuestionario se incluye en el apéndice 6. Salvo por las plantas que otorgaron su consentimiento para utilizar sus nombres, el presente informe no hace mención de los nombres de las plantas que participaron en el estudio.



- *Lodos residuales*  
Enviados a rellenos sanitarios, en sitio y fuera de éste, descargados en el suelo o enviados fuera de sitio para compostaje.
- *Contaminantes atmosféricos*
  - Uso de un precipitador electrostático (que elimina las partículas finas mediante el paso del gas de combustión a través de unas placas cargadas eléctricamente, lo que permite después separar las partículas cargadas).
  - Uso de lavadores de gases de combustión para eliminar los contaminantes que luego se convierten en lodo para enviarse a disposición final u otro tipo de tratamiento.

En respuesta a la pregunta sobre si estas medidas se habían adoptado con el propósito de atender cuestiones ambientales específicas, cinco de las plantas mencionaron la necesidad de reducir sus emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio (por ejemplo, NO<sub>x</sub> y partículas de materia), así como de gases de efecto invernadero. Dos instalaciones hicieron mención al manejo de desechos sólidos y una señaló la prevención de emisiones fugitivas de polvo, como objetivos. Ninguna de las plantas señaló como objetivo la reducción de emisiones de “otras sustancias peligrosas o tóxicas”. No obstante, la implementación de tecnologías para el control de la contaminación encaminadas a reducir las emisiones de sustancias específicas (por ejemplo, gases de efecto invernadero) a menudo da como resultado reducciones de otros contaminantes contenidos en el mismo flujo de desechos.

En cuanto a los principales factores que impulsaron la adopción de iniciativas en estas plantas industriales, la mayoría de las participantes mencionaron más de uno, a saber:

- siete plantas señalaron un compromiso corporativo con el medio ambiente;
- seis establecimientos hicieron mención de otro tipo de beneficios económicos (por ejemplo, costos de combustibles, energía y materias primas, así como una reducción en los costos asociados a la sustitución de combustibles, y la obtención de un nuevo producto a partir de los desechos);
- cinco plantas citaron la modernización de sus instalaciones;
- cinco establecimientos mencionaron la observancia de leyes y reglamentos;
- tres fábricas hicieron mención a programas de incentivos;
- dos plantas señalaron relaciones con la comunidad, lo que incluye las exigencias de clientes y consumidores, y
- una instalación se refirió al acceso a mercados internacionales.

La mayoría de las plantas participantes apuntó múltiples factores como responsables de los cambios adoptados en sus instalaciones entre 2005 y 2010. Entre tales factores figura la necesidad de cumplir con la reglamentación ambiental correspondiente (por ejemplo, los requisitos a cubrir en relación con los permisos de operación de los establecimientos, lo cual es una de las razones mencionadas para la utilización de datos RETC). Los factores económicos —el precio de las materias primas y otras ventajas económicas— parecen contarse entre los incentivos de mayor peso para las plantas del sector (en conjunto, mencionados en diez ocasiones). El compromiso empresarial con el medio ambiente es también significativo (recibió siete menciones), junto con la modernización de las instalaciones (cinco menciones), elemento este último que en la mayoría de los casos podría interpretarse como una medida adoptada por motivos no ambientales. Las relaciones con la comunidad, las exigencias del cliente y el acceso a mercados internacionales se mencionaron con menos frecuencia, aunque forman parte de la serie de factores que dieron lugar a los cambios instrumentados en las fábricas encuestadas.

En términos de registro en los RETC, no siempre hubo congruencia entre las respuestas de las plantas industriales y los cambios plasmados en los datos sobre las emisiones al aire y el agua registradas entre 2005 y 2010 (es decir, algunas de las plantas que respondieron el cuestionario mencionaron reducciones cuando los datos mostraban incrementos). Esto podría deberse a que los participantes se refirieron por error a las emisiones que tuvieron lugar antes o después del periodo de seis años en que se enmarca este estudio. Ocho de las plantas industriales citaron una disminución en las emisiones al aire y el agua entre 2005 y 2010. En cuanto a emisiones atmosféricas, uno de los establecimientos apuntó una disminución en la producción (como resultado de la suspensión de una caldera) como razón que motivó el cambio; otro mencionó cambios implementados en las técnicas utilizadas para calcular emisiones. En lo que se refiere a emisiones al agua, una planta hizo mención de la optimización de controles de efluentes como factor que dio lugar a un decremento, y otra se refirió al cambio de combustible utilizado.

La Alberta Newsprint Company, localizada en Whitecourt, Alberta, describió reducciones en sus emisiones al agua que reflejan algunos cambios adoptados entre 2005 y 2010 en sus datos RETC registrados. Esta planta no registró emisiones al aire en este periodo, pero informó sobre emisiones al agua por casi 9,000 kg en 2010, una reducción respecto de los cerca de 11,110 kg registrados en 2005. La mayor parte de estas emisiones correspondieron a fósforo total. Representantes de la planta señalaron que, durante este periodo, emprendieron múltiples actividades para la prevención de la contaminación, entre las que se incluyen la



instalación de equipo para el control de la contaminación, nueva tecnología de procesamiento, reducciones en las sustancias químicas utilizadas para el tratamiento de desechos y la renovación de tecnología existente. La fábrica también participó en un programa de reducción de fósforo, lo que explica las reducciones en las emisiones al agua registradas de este contaminante. Entre los factores de impulso de sus iniciativas para prevenir la contaminación, la planta mencionó elementos como la reglamentación, beneficios económicos y programas de incentivos.

A lo largo del proceso de aplicación del cuestionario se detectaron algunos errores en la presentación de informes cometidos por un pequeño número de fábricas de celulosa y papel mexicanas, como errores en las estimaciones o cálculos de datos y equivocaciones relacionadas con las unidades (por ejemplo, informaron toneladas en vez de kilogramos). La Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel está revisando los datos RETC presentados por estas plantas miembros y discutiendo posibles correcciones con la Semarnat.

El cuadro 34 presenta comentarios que algunos de los participantes canadienses y estadounidenses en la encuesta incluyeron en sus formularios de registro en los RETC entre 2005 y 2010, útil fuente de información sobre las razones que impulsaron los cambios observados en las emisiones al aire y el agua registradas a lo largo de este periodo. Aunque sólo un pequeño porcentaje de las instalaciones aportaron

comentarios al respecto (con detalles que los formularios de registro de los RETC no pueden ofrecer), la utilidad de tales comentarios radica en que se presentan cada año y se refieren a contaminantes específicos. Como tales, proporcionan un mayor nivel de precisión sobre los cambios en los datos registrados.

Los resultados de esta encuesta sugieren que, a pesar de existir cierta falta de coherencia entre las respuestas de las plantas y los cambios observados en sus datos RETC, las reducciones en las emisiones al aire y el agua de las plantas de celulosa y papel participantes estaban directamente relacionadas con cambios en sus prácticas de manejo ambiental. No obstante, los comentarios aportados por las plantas también apuntan a otros factores como responsables parciales de estos decrementos, a saber: consideraciones de índole económica, correcciones a los datos, cambios en las metodologías de estimación o una desaceleración en la producción.

Varias plantas reconocieron que los datos RETC se utilizan en comunicaciones externas con la ciudadanía. De los comentarios emitidos se desprende que las exigencias de clientes y consumidores también fue determinante en la toma de decisiones respecto del manejo ambiental, como la selección de las sustancias químicas empleadas en sus instalaciones. Esto sugiere que los datos RETC tienen mayores impactos y que constituyen una herramienta de gran utilidad no sólo para las plantas industriales, sino también para actores externos.

Cuadro 34. Razones que dieron lugar a cambios en las emisiones al aire y el agua registradas en el NPRI canadiense y el TRI estadounidense, 2005-2010

Razones de los cambios en los datos RETC registrados	Ejemplos de comentarios presentados (modificados por cuestiones de extensión y en aras de claridad)
Cambios en la producción	Debido a la desaceleración de la economía, la producción disminuyó considerablemente.
Cambios en las técnicas de estimación, métodos de cálculo o corrección de errores	Los ensayos de emisiones en 2007 para fenol permitieron una cuantificación más precisa de la cantidad de esta sustancia utilizada, consumida y emitida en el proceso. Este ensayo indica que, aunque se basa en la mejor información disponible en ese momento, las emisiones de fenol se sobreestimaron considerablemente en años anteriores.
Exigencias de clientes y consumidores	La demanda de productos fabricados sin bisfenol-A (abreviado BPA) por parte del consumidor se ha incrementado.
Cambios en procesos, cierre de establecimiento o cambios en la titularidad de la planta	El recubrimiento del producto fotográfico a base de haluro de plata se acabó en diciembre. Las emisiones de plata son el resultado del tratamiento de las aguas residuales realizado durante el cierre de operaciones (en relación con los productos con haluro de plata). Desde 2007 no se tienen planeadas más operaciones utilizando plata (la atención está puesta en la producción con medios térmicos e inyección de tinta).
Incentivos económicos	La planta puede quemar gas natural o gas o combustóleo número 4. En 2005, por razones económicas, la planta comenzó a usar más combustóleo y menos gas.
Cambios en el entorno de las emisiones o transferencias de un contaminante en particular	Materiales de desecho que conservan una pequeña cantidad de esta sustancia química se envían a una planta de reciclaje en lugar de depositarse en el relleno sanitario.
La planta rebasa los umbrales de registro (o ya no cumple con éstos)	La producción creció durante 2009 hasta alcanzar el punto en que la generación de este gas de aluminio excedió el umbral de registro requerido de 11,340 kg al año; ello creó la necesidad de informar sobre la sustancia.

## Uso y comprensión de los datos de *En balance*

Dirigido a quienes consultan por primera vez los registros de emisiones y transferencias de contaminantes o el informe *En balance*, este apartado describe las características de los tres RETC nacionales, incluidos aspectos propios del sistema de cada país. También se describen la metodología y la terminología utilizadas en la elaboración del informe, así como su alcance.

### Características de los tres sistemas RETC 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 (RETC) de América del Norte:

- NPRI de Canadá (<[www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri\\_online\\_data\\_e.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri_online_data_e.cfm)>);
- TRI de Estados Unidos (<[www.epa.gov/triexplorer](http://www.epa.gov/triexplorer)>), y
- RETC de México (<<http://app1.semarnat.gob.mx/retc/index.php>>).

El RETC de cada uno de los tres países ha formulado su propia lista de contaminantes, sectores industriales y requisitos de registro. El cuadro A-1 compara características de los tres sistemas RETC.

Cuadro A-1. Características de los tres RETC de América del Norte

	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 obligatorio	1987	1993	2004
<b>Actividades industriales o sectores cubiertos</b>	Todo establecimiento que produzca o utilice una sustancia enlistada, excepto para actividades como investigación, reparación, venta al menudeo, agricultura y silvicultura. Toda instalación que emita al aire contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) en cantidades específicas.	Plantas manufactureras, instalaciones federales, centrales eléctricas (a base de petróleo o carbón), minería de carbón y metales, plantas de manejo de desechos peligrosos y recuperación de solventes, mayoristas de sustancias químicas, y terminales de petróleo a granel.	Plantas industriales, pertenecientes a once sectores, 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 desechos peligrosos. Otras plantas con actividades específicas sujetas a jurisdicción federal, como las transferencias de desechos peligrosos o descargas en cuerpos de agua nacionales.
<b>Número de contaminantes sujetos a registro</b>	346 contaminantes o grupos de contaminantes.	593 contaminantes individuales y 30 grupos de contaminantes.	104 contaminantes.
<b>Umbrales de empleo</b>	Por lo general, diez empleados o más. Para ciertas actividades, como incineración de desechos y tratamiento de aguas residuales, el umbral de diez empleados no se aplica.	Diez o más empleados de tiempo completo o su equivalente en horas.	Sin umbral de empleo.
<b>Umbrales de “actividad” (fabricación, proceso o uso de otra forma) o umbrales de “emisiones” de la sustancia</b>	Umbrales de “actividad” de 10,000 kg para la mayoría de las sustancias químicas. Umbrales más bajos para algunos contaminantes, como sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB), metales, hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas y furanos, y contaminantes atmosféricos de criterio.	Umbrales de “actividad” de alrededor de 11,340 kg (con umbral de “otros usos” de alrededor de 5,000 kg); umbrales más bajos para algunas sustancias, como las tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB) y dioxinas y furanos.	Umbrales de “emisión” y de “actividad” para cada contaminante (los establecimientos deben informar si alcanzan o exceden cualquiera de los umbrales). Salvo para los gases de efecto invernadero, los umbrales de emisión varían de 1 a 1,000 kg y los de “actividad”, entre 5 y 5,000 kg. Todas las emisiones de bifenilos policlorados y hexafluoruro de azufre, así como toda emisión o actividad de dioxinas y furanos, deben registrarse.
<b>Tipos de emisiones y transferencias cubiertas</b>	Emisiones en sitio 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 (incluidas descargas al alcantarillado), reciclaje y recuperación de energía.	Emisiones en sitio al aire, agua y suelo, así como inyección subterránea en sitio; transferencias fuera de sitio para disposición, reciclaje, recuperación de energía, tratamiento y descargas al alcantarillado.	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 descargas al alcantarillado.



## Resumen de los requisitos generales de registro en los RETC

### ¿Qué contaminantes han de incluirse en los registros?

Los contaminantes sujetos a registro en cada sistema RETC nacional lo están porque cumplen ciertos criterios en lo que a su toxicidad química se refiere y porque representan riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Cada sistema RETC cubre una lista de sustancias específicas: el NPRI abarca casi 350 contaminantes; el TRI aproximadamente 600, y el *RETC* incluye 104.

Hasta abril de 2006, el Chemical Abstracts Service (CAS) —servicio de información sobre productos químicos— enlistó más de 27 millones de sustancias químicas e identificó más de 239,000 como reglamentadas o cubiertas por inventarios en todo el mundo.

Las plantas industriales registran en sitio (es decir, desde el lugar en que se ubican) las cantidades que de cada contaminante emitieron al medio ambiente. Informan también sobre las cantidades de la sustancia enviadas fuera de sitio para disposición o transferidas para reciclaje u otro manejo. Los sistemas RETC cuentan con umbrales de registro por

contaminante. En el caso de ciertos contaminantes, los umbrales son más bajos debido a su mayor potencial de riesgo para la salud humana y el medio ambiente. En términos generales, los umbrales actualmente establecidos para los tres RETC son los siguientes:

- En el NPRI de Canadá y el TRI estadounidense un establecimiento debe presentar registros si fabrica, procesa o de alguna otra manera utiliza (por ejemplo, para la limpieza de equipo industrial) 10,000 kg (NPRI) u 11,340 kg (TRI) de un contaminante enlistado.
- En el *RETC* de México hay un umbral de “actividad” y otro de “emisiones”. Un establecimiento debe presentar registros si alcanza o excede cualquiera de los umbrales. El umbral de actividad es por lo general de 2,500 o de 5,000 kg, según la sustancia, en tanto que el umbral típico de emisiones es de 1,000 kilogramos.

Para obtener mayor información, consúltese el apéndice 2: “Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte”.

La evaluación del posible daño a la salud humana o el medio ambiente como consecuencia de las emisiones de un contaminante en particular es una tarea compleja, ya que el

---

## Carcinógenos conocidos o presuntos, sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción, metales y sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables

Con el fin de detallar aún más la información sobre los contaminantes incluidos en los RETC, el informe *En balance* y su base de datos en línea establecieron asimismo las siguientes categorías (aunque muchos de los contaminantes registrados en los RETC de América del Norte entran dentro de una o más de estas categorías):

- **Carcinógenos conocidos o presuntos**, con base en la clasificación del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC), de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la lista de la Propuesta 65 de la Oficina de Salud Ambiental y Evaluación de Riesgos (*Office of Environmental Health Hazard Assessment*, OEHHA) del estado de California.<sup>49</sup>
- **Sustancias tóxicas que afectan el desarrollo o la reproducción**, de acuerdo con la lista de la Propuesta 65 de California. Estas sustancias afectan de manera adversa las capacidades reproductivas y el desarrollo del feto. Entre las sustancias asociadas con efectos adversos en el desarrollo o la reproducción figuran los metales, solventes y algunos plaguicidas. Nuevas clases de generadores de problemas endocrinos se han agregado a esta categoría.
- **Sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (STPB)**, cuyas características las vuelven a largo plazo una amenaza para la salud humana y el medio ambiente, incluso en pequeñas cantidades. Al ser emitidas al medio ambiente, se mantienen invariables durante periodos largos y no se descomponen fácilmente para formar otros compuestos; pueden transportarse en la atmósfera y recorrer grandes distancias para terminar lejos de sus fuentes de emisión, y se acumulan en la cadena alimentaria (lo que aumenta sus niveles de concentración en el medio ambiente). Por sus características tóxicas, suponen un importante riesgo para la salud humana, las plantas y la vida silvestre.
- **Metales**, que existen de manera natural, pero cuya concentración en el medio ambiente aumenta debido a actividades humanas tales como la minería o la fundición. La toxicidad de ciertos metales y sus compuestos depende de la forma que adquieren en el medio ambiente.

---

49. CIIC (2013), “Clasificación”, Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, disponible en: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>>. OEHHA (2013), lista de la Propuesta 65 (*Proposition 65*), Oficina de Salud Ambiental y Evaluación de Riesgos (*Office of Environmental Health Hazard Assessment*, OEHHA) de California, disponible en: <[www.oehha.org/prop65.html](http://www.oehha.org/prop65.html)>.

---

## Registro de contaminantes atmosféricos de criterio y gases de efecto invernadero

*En balance* no incluye datos correspondientes a emisiones de contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) ni de gases de efecto invernadero (GEI), debido a las diferencias que prevalecen en los requisitos de registro entre los sistemas RETC nacionales para estos contaminantes. Los CAC (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas de materia, 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 CAC son la quema de combustibles fósiles, la extracción de recursos naturales y diversas actividades manufactureras. Los 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 el 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.

Los CAC se registran en el NPRI de Canadá y los GEI se informan en el *RETC* de México, pero ninguno de esos dos grupos está incluido en los registros del TRI de Estados Unidos. Sin embargo, hay otras fuentes de información sobre las emisiones de estos contaminantes en los tres países:

### Contaminantes atmosféricos de criterio:

- Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes (*National Pollutant Release Inventory*, NPRI) de Canadá: <[www.ec.gc.ca/inrp-npri/Default.asp?lang=En&n=4A577BB9-1](http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/Default.asp?lang=En&n=4A577BB9-1)>
- Inventario Nacional de Emisiones de Estados Unidos (*National Emissions Inventory*, NEI): <[www.epa.gov/air/emissions/](http://www.epa.gov/air/emissions/)>
- Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM): <[www.inecc.gob.mx/dica/547-calaire-inem](http://www.inecc.gob.mx/dica/547-calaire-inem)>

### Gases de efecto invernadero:

- Programas canadienses de inventario y registro de GEI (*Greenhouse Gas Reporting Program y National Inventory Report*): <[www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=En&n=1357A041-1](http://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=En&n=1357A041-1)>
- Programa estadounidense de registro de GEI (*Greenhouse Gas Reporting Program*): <[www.epa.gov/ghgreporting/](http://www.epa.gov/ghgreporting/)>
- Sitio web sobre emisiones de gases de efecto invernadero de la EPA de Estados Unidos: <[www.epa.gov/climate-change/ghgemissions/index.html](http://www.epa.gov/climate-change/ghgemissions/index.html)>
- Datos específicos de las emisiones de GEI registradas por cada establecimiento en el RETC mexicano: <<http://app1.semarnat.gob.mx/retc/index.html>>

---

potencial de una sustancia para causar daño se deriva de diversos factores, como su toxicidad inherente y la naturaleza de la exposición a la misma (por ejemplo, el potencial de riesgo de los asbestos enviados a un relleno sanitario seguro es considerado mucho más bajo que el planteado por los asbestos emitidos a la atmósfera). Sin embargo, es posible emplear los datos RETC en combinación con información sobre las propiedades químicas y la toxicidad de un contaminante como punto de partida para aprender más sobre sus posibles efectos.

### Clasificación de los contaminantes según su potencial de equivalencia tóxica

Para poner en contexto las emisiones de contaminantes, *En balance* incluye un sistema de clasificación de las sustancias químicas que toma en cuenta tanto la toxicidad del contaminante como su potencial de exposición humana, utilizando para ello un factor de ponderación denominado potencial de equivalencia tóxica (PET). El PET indica el riesgo relativo para la salud humana asociado con la emisión de una unidad del contaminante en comparación con

el riesgo derivado de la emisión unitaria de una sustancia de referencia. Los factores de ponderación PET se calculan empleando el modelo CalTox, desarrollado por las dependencias de regulación de California. El PET es uno de los muchos instrumentos de análisis de que se dispone en la actualidad, basados todos en diversos supuestos y, por tanto, capaces de generar resultados diferentes.

Los lectores deben tomar en cuenta, asimismo, que el análisis PET resulta limitado en cuanto a que las emisiones no implican correlación directa con la exposición o los niveles de riesgo reales, además de que no todas las sustancias tienen asignado un PET (hay casos en los que no se cuenta con información sobre su toxicidad o potencial de exposición). Con todo, no debe suponerse que estos contaminantes no representan riesgos. De igual modo, sólo se dispone de valores PET para las emisiones al aire y el agua, pero no por ello debe darse por hecho que otras clases de emisiones de contaminantes (por ejemplo, al suelo) carecen de riesgos.

En lo que concierne al PET, la sustancia de referencia para carcinógenos es el benceno, en tanto que el tolueno lo es

## Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte

Código SCIAN	Sector industrial
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

para contaminantes que producen efectos en la salud diferentes del cáncer. Los factores de ponderación PET usados en el informe *En balance* y en su base de datos en línea se tomaron del sitio en Internet de Scorecard (<[http://scorecard.goodguide.com/env-releases/def/tep\\_gen.html](http://scorecard.goodguide.com/env-releases/def/tep_gen.html)>) en junio de 2013. Basta multiplicar el factor de ponderación PET correspondiente por la cantidad o volumen de las emisiones a fin de obtener la clasificación PET de cada contaminante.

### ¿Qué industrias presentan registros?

Cada uno de los países exige que presenten registros los establecimientos de sectores industriales específicos o que desempeñen determinadas actividades industriales.

- En Canadá, todos los establecimientos industriales que alcanzan los umbrales y los requisitos respectivos deben presentar registros al NPRI, salvo los de algunos sectores de aprovechamiento de recursos naturales y los que se dedican a 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 instalaciones que prestan servicios a plantas manufactureras (por ejemplo, centrales eléctricas y plantas de manejo de desechos peligrosos). Algunos sectores de recursos primarios, como los de la extracción de gas y petróleo, están exentos de presentar informes.
- En México, todos los sectores industriales bajo jurisdicción federal están obligados a presentar registros al RETC, al igual que las plantas de otros sectores que realizan actividades sujetas a reglamentación federal. Entre dichas instalaciones figuran las que transfieren desechos peligrosos o realizan descargas en los cuerpos de agua nacionales.

### Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte

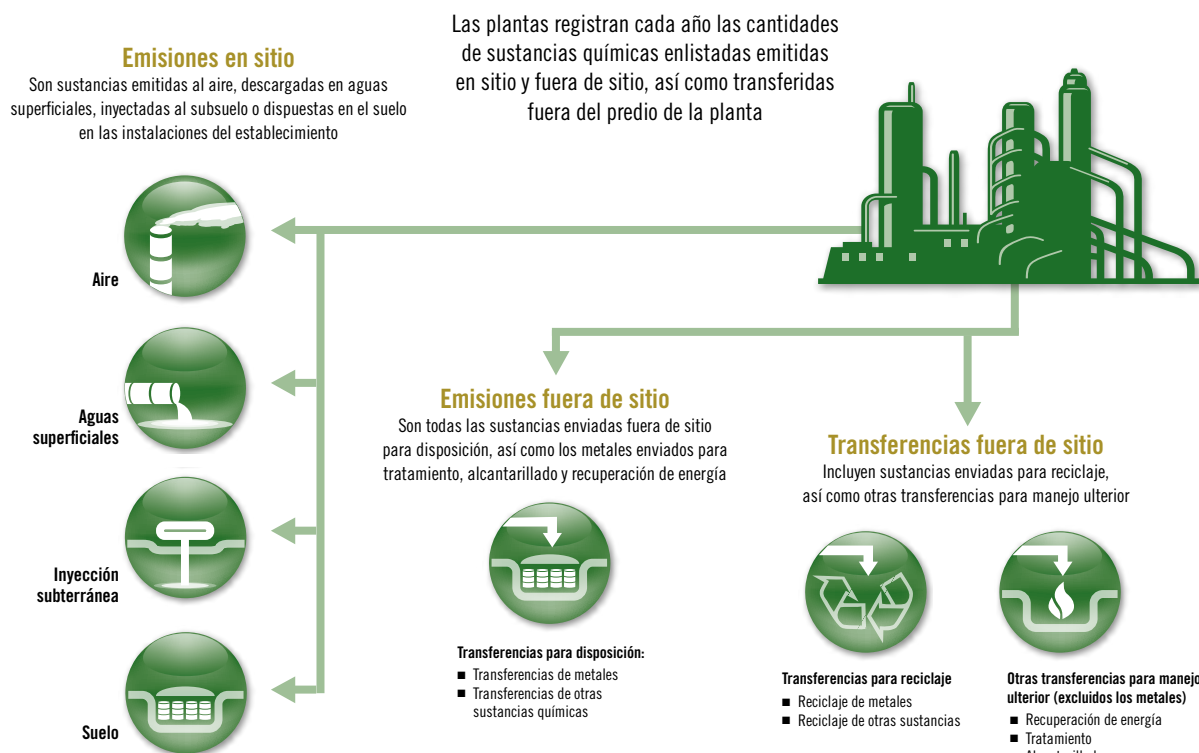
Canadá, Estados Unidos y México adoptaron el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), en cuyos códigos se basan las categorías de las actividades industriales de los establecimientos. Los códigos SCIAN se establecieron en 1997, y a partir de 2006 se incorporaron a los registros RETC en sustitución de los códigos de clasificación industrial estándar empleados por cada país. Pese a algunas diferencias entre los tres países en cuanto a los códigos y las categorizaciones de los subsectores, el desagregado de los sectores industriales en categorías generales es el mismo en toda la región (véase el recuadro). Para obtener mayor información sobre el uso del código SCIAN en cada uno de los países, consúltese:

- Canadá: <[www.statcan.gc.ca/subjects-sujets/standard-norme/naics-scian/2007/list-liste-eng.htm](http://www.statcan.gc.ca/subjects-sujets/standard-norme/naics-scian/2007/list-liste-eng.htm)>.
- Estados Unidos: <[www.census.gov/cgi-bin/sssd/naics/naicsrch?chart=2007](http://www.census.gov/cgi-bin/sssd/naics/naicsrch?chart=2007)>.
- México: <[www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/scian2007\\_1.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/scian2007_1.pdf)>.

Los requisitos de registro de emisiones y transferencias de contaminantes se basan en parte en la actividad industrial que se realiza en el establecimiento y no únicamente en el código industrial asignado. Por esta razón, no todos los establecimientos de un sector determinado están necesariamente obligados a presentar registros. Por ejemplo, en el sector económico que comprende el lavado en seco deben



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



Fuente: CCA (2011), "Gráfica A-1" en: *En balance 13: Emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, disponible en línea en: <[www3.cec.org/islandora/es/item/4303-taking-stock-13-north-american-pollutant-releases-and-transfers-es.pdf](http://www3.cec.org/islandora/es/item/4303-taking-stock-13-north-american-pollutant-releases-and-transfers-es.pdf)>.

\* **Nota sobre los metales:** Los metales que se envían a disposición, drenaje, tratamiento o recuperación de energía se incluyen en la categoría de emisiones fuera de sitio. Ello refleja la práctica del TRI estadounidense de clasificar todas las transferencias de metales como "transferencias para disposición", debido a que los metales enviados para recuperación de energía, tratamiento o alcantarillado pueden ser capturados y removidos de los desechos para su disposición en rellenos sanitarios u otros métodos de disposición. Este enfoque reconoce la naturaleza física de los metales y acepta como poco factible que los metales enviados para disposición, drenaje, tratamiento o recuperación de energía sean destruidos, por lo que pueden eventualmente entrar al medio ambiente.

presentar informes únicamente las instalaciones que efectúan el proceso mismo de lavado y no los puntos de recepción y entrega de la ropa. Otro ejemplo es el de una planta de procesamiento de alimentos que deberá presentar registros por poseer su propia planta de generación eléctrica.

### Umbral de empleo

Tanto el NPRI como el TRI disponen de un umbral de empleo que, en general, corresponde al equivalente de diez empleados de tiempo completo (con excepciones para algunos contaminantes o cierto tipo de establecimientos). El *RETC* de México no tiene un umbral de registro por número de trabajadores. En los sitios web de los tres *RETC* nacionales se dispone de información adicional con indicaciones sobre la presentación de registros (véanse las referencias citadas anteriormente).

### Terminología de *En balance*

*En balance* emplea las categorías siguientes para presentar información sobre los contaminantes emitidos y transferidos (véase la gráfica A-1).

### Emisiones

- Las **emisiones en sitio** son aquellas 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** incluyen los contaminantes enviados fuera de sitio para su disposición. Los desechos enviados fuera de sitio a otra instalación pueden ser objeto de disposición en suelo, rellenos sanitarios o el subsuelo (por inyección subterránea). Estos métodos son los mismos que los de las emisiones en sitio, pero tienen lugar en sitios lejanos al establecimiento de origen.

### Transferencias

- Las **transferencias para reciclaje** corresponden a las sustancias que se envían fuera de sitio para su reciclaje.
- Las **transferencias para manejo ulterior** incluyen los contaminantes (salvo metales\*) enviados a establecimientos para tratamiento, recuperación de energía o alcantarillado.



Puesto que esta terminología es específica de *En balance*, los términos “emisión” y “transferencia” según se definen aquí pueden diferir de su uso o tener un sentido diferente en los informes NPRI, TRI y *RETC*.

#### **Alcance y metodología de *En balance***

La CCA obtiene 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 conjuntos de datos más recientes (correspondientes al periodo comprendido entre 2005 y 2010) de Canadá y Estados Unidos en marzo de 2012, y los de México, en octubre de 2012.<sup>50</sup>

Todos los datos registrados por los tres países están disponibles en el sitio *En balance en línea*, por medio de la base de datos integrada del RETC de América del Norte, con excepción de los correspondientes a contaminantes atmosféricos de criterio (CAC) y gases de efecto invernadero (GEI).

A continuación se describe la metodología empleada en la preparación de *En balance* y la correspondiente base de datos en línea:

- Los datos RETC de cada país se compilan para la base de datos integrada del RETC de América del Norte, *En balance*. Ello entraña la estandarización de los campos de datos empleados en los tres países; por ejemplo, agregando las transferencias fuera de sitio para disposición (registradas en el NPRI) en la categoría “emisiones fuera de sitio” para hacer los datos comparables (véase la sección correspondiente a terminología en este mismo apéndice o en *En balance en línea*).
- Ciertas sustancias registradas en lo individual, incluidos muchos metales, se han agregado a grupos o categorías de contaminantes (plomo y sus compuestos, isómeros de xileno). En estos casos no se asigna un número CAS específico al grupo de contaminantes.
- Los datos se someten a una revisión general para identificar posibles inconsistencias o errores, que

50. Los conjuntos de datos de los sistemas RETC nacionales evolucionan y se actualizan constantemente, a medida que las plantas industriales revisan sus registros previos para corregir errores o hacer otros cambios. Para obtener los datos más recientes de establecimientos específicos de interés se insta a los lectores a consultar los sitios web de los RETC nacionales.

luego se comunican a los programas RETC nacionales. Aunque la CCA no es responsable de registros erróneos por parte de las plantas industriales, la meta del proyecto RETC de América del Norte es usar los mejores datos disponibles.

- Los datos de cada año de registro (a partir de 2005) se actualizan cuando menos una vez al año, punto que los lectores han de recordar, sobre todo al emplear los datos para analizar tendencias temporales. Los cambios realizados a los datos pueden consultarse en los sitios web de los RETC nacionales.

### Limitaciones de los datos RETC

Debido a los requisitos de registro de los RETC nacionales, que incluyen umbrales de registro tanto para los contaminantes como para los establecimientos, *En balance* captura sólo una fracción de toda la contaminación industrial en América del Norte, además de que las plantas industriales no son las únicas fuentes de contaminación en la región.

Los datos de los RETC de América del Norte no proporcionan información sobre:

- *Todas las sustancias potencialmente dañinas.* Los datos proporcionan 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 sujetas al requisito de registro en cada programa nacional. Los RETC de América del Norte no incluyen las emisiones de automóviles u otras fuentes móviles, ni tampoco de fuentes naturales —como incendios forestales— o de fuentes agrícolas, que pueden contribuir con una proporción elevada de las cantidades totales de ciertos contaminantes.
- *Emisiones y transferencias de todos los contaminantes de una planta industrial.* Sólo se incluyen los contaminantes que cumplen los umbrales de registro.
- *Todas las plantas de los sectores industriales sujetos a registro.* En Canadá y Estados Unidos únicamente los establecimientos con el equivalente de diez o más empleados de tiempo completo deben presentar

registros (salvo algunas excepciones). En México no existe el umbral de empleo.

- *Los destinos ambientales o los riesgos* de los contaminantes emitidos o transferidos.
- *Los niveles de exposición a los contaminantes* a que están sujetas las poblaciones humanas o de los ecosistemas.
- *Los límites legales* establecidos para los contaminantes que las plantas industriales emiten o transfieren. Los datos no indican si el establecimiento cumple con las licencias y otra reglamentación pertinente.

Las sustancias emitidas o transferidas por las plantas industriales tienen características físicas y químicas que influyen en su destino último y sus consecuencias para la salud humana y el medio ambiente. La evaluación del posible daño derivado de las emisiones de un contaminante particular al medio ambiente es tarea compleja que requiere información adicional, ya que el potencial de una sustancia para causar daño se deriva de diversos factores, como su toxicidad inherente y la naturaleza de la exposición a la misma (por ejemplo, el potencial de riesgo de los asbestos enviados a un relleno sanitario seguro es considerado mucho más bajo que el planteado por los asbestos emitidos a la atmósfera).

Los datos RETC por sí solos no ofrecen información suficiente para evaluar el daño potencial de un contaminante. Sin embargo, pueden emplearse en combinación con otra información sobre la sustancia como punto de partida para aprender más sobre sus posibles efectos. Entre las fuentes de información adicional figuran:

- *ToxFAQs*, US Agency for Toxic Substances and Disease Registry [“Preguntas frecuentes sobre sustancias peligrosas”, Departamento de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades de EU]: <[www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp](http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp)>;
- *Right-to-Know Hazardous Substances Fact Sheets*, State of New Jersey, Department of Health [“Hojas informativas sobre sustancias peligrosas, por el derecho a la información”, Departamento de Salud del estado de Nueva Jersey] (información también disponible en español): <<http://web.doh.state.nj.us/rtkhsfs/indexFs.aspx>>.



## Apéndice 2

### Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte

Cuadro A-2. Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte

Contaminante	Número CAS	Umbral del NPRI (kg/año)	Umbral del RETC (kg/año)		Umbral del TRI (kg/año)	Registro del contaminante obligatorio en:		
		Manufactura, proceso u otro uso	Manufactura, proceso u otro uso	Niveles de emisión	Manufactura, proceso u otro uso	Canadá (NPRI)	México (RETC)	Estados Unidos (TRI)
1,1,1,2-Tetracloroetano	630-20-6	10,000			11,340	x		x
1,1,1-Tricloroetano	71-55-6		2,500	1,000	11,340		x	x
1,1,2,2-Tetracloroetano	79-34-5	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
1,1,2-Tricloroetano	79-00-5	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
1,1-Dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b)	1717-00-6	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
1,1-Metilenobis (4-isocianatociclohexano)	5124-30-1	10,000			11,340	x		x
1,2,4-Triclorobenceno	120-82-1	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
1,2,4-Trimetilbenceno	95-63-6	10,000			11,340	x		x
1,2-Diclorobenceno	95-50-1	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
1,2-Dicloroetano	107-06-2	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
1,2-Dicloropropano	78-87-5	10,000			11,340	x		x
1,3-Butadieno	106-99-0	10,000	5,000	100	11,340	x	x	x
1,4-Diclorobenceno	106-46-7	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
1,4-Dioxano	123-91-1	10,000	5,000	100	11,340	x	x	x
1-Cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b)	75-68-3	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
2,4,5-Triclorofenol	95-95-4		2,500	1,000	11,340		x	x
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2		2,500	1,000	11,340		x	x
2,4-Diaminotolueno	95-80-7	10,000			11,340	x		x
2,4-Diclorofenol	120-83-2	10,000			11,340	x		x
2,4-Dinitrotolueno	121-14-2	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
2,6-Dinitrotolueno	606-20-2	10,000			11,340	x		x
2-Etoxietanol	110-80-5	10,000	2,500	100	11,340	x	x	x
2-Fenilfenol	90-43-7	10,000			11,340	x		x
2-Mercaptobenzotiazol	149-30-4	10,000			11,340	x		x
2-Metilpiridina	109-06-8	10,000			11,340	x		x
2-Metoxietanol	109-86-4	10,000			11,340	x		x
2-Nitropropano	79-46-9	10,000	2,500	100	11,340	x	x	x
3-Cloro-2-metil-1-propeno	563-47-3	10,000			11,340	x		x
3-Cloropropionitrilo	542-76-7	10,000			11,340	x		x
4,4'-Isopropilidenedifenol	80-05-7	10,000			11,340	x		x
4,4'-Metilenobis (2-cloroanilina)	101-14-4	10,000			11,340	x		x
4,4'-Metilenedianilina	101-77-9	10,000			11,340	x		x
4,6-Dinitro-o-cresol	534-52-1	10,000	2,500	100	11,340	x	x	x
4-Amino difenilo	92-67-1		2,500	1,000	11,340		x	x
4-Nitrodifenilo	92-93-3		2,500	1,000	11,340		x	x
4-Nitrofenol	100-02-7	10,000			11,340	x		x
7H-Dibenzo(c,g)carbazol	194-59-2	50*			45*	x		x
Acetaldehído	75-07-0	10,000	2,500	100	11,340	x	x	x
Acetato de vinilo	108-05-4	10,000			11,340	x		x
Acetofenona	98-86-2	10,000			11,340	x		x
Acetonitrilo	75-05-8	10,000			11,340	x		x
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético	94-75-7		2,500	100	11,340		x	x
Ácido acrílico	79-10-7	10,000			11,340	x		x
Ácido cianhídrico	74-90-8	10,000			11,340	x		x

Cuadro A-2. Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte

Contaminante	Número CAS	Umbral del NPRI (kg/año)	Umbral del RETC (kg/año)		Umbral del TRI (kg/año)	Registro del contaminante obligatorio en:		
		Manufactura, proceso u otro uso	Manufactura, proceso u otro uso	Niveles de emisión	Manufactura, proceso u otro uso	Canadá (NPRI)	México (RETC)	Estados Unidos (TRI)
Ácido cloréndico	115-28-6	10,000			11,340	x		x
Ácido clorhídrico	7647-01-0	10,000			11,340	x		x
Ácido cloroacético	79-11-8	10,000			11,340	x		x
Ácido fluorhídrico	7664-39-3	10,000			11,340	x		x
Ácido fórmico	64-18-6	10,000			11,340	x		x
Ácido nítrico y compuestos nitrados	–	10,000			11,340	x		x
Ácido nitrilotriacético	139-13-9	10,000			11,340	x		x
Ácido peracético	79-21-0	10,000			11,340	x		x
Ácido sulfhídrico	7783-06-4	10,000	5,000	1,000		x	x	
Ácido sulfúrico	7664-93-9	10,000			11,340	x		x
Acilamida	79-06-1	10,000	2,500	100	11,340	x	x	x
Acrilato de butilo	141-32-2	10,000			11,340	x		x
Acrilato de etilo	140-88-5	10,000			11,340	x		x
Acrilato de metilo	96-33-3	10,000			11,340	x		x
Acrolonitrilo	107-13-1	10,000	2,500	100	11,340	x	x	x
Acroleína	107-02-8	10,000	2,500	100	11,340	x	x	x
Alcanos policlorinados (C10-C13)	–	10,000			11,340	x		x
Alcohol alílico	107-18-6	10,000			11,340	x		x
Alcohol isopropílico	67-63-0	10,000			11,340	x		x
Alcohol n-butílico	71-36-3	10,000			11,340	x		x
Alcohol propargílico	107-19-7	10,000			11,340	x		x
Alcohol sec-butílico	78-92-2	10,000			11,340	x		x
Alcohol terbutílico	75-65-0	10,000			11,340	x		x
Aldrín	309-00-2		50	100	45		x	x
Aluminio (humo o polvo)	7429-90-5	10,000			11,340	x		x
Amoniaco	–	10,000			11,340	x		x
Anhídrido ftálico	85-44-9	10,000			11,340	x		x
Anhídrido maleico	108-31-6	10,000			11,340	x		x
Anilina	62-53-3	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Antimonio y compuestos	–	10,000			11,340	x		x
Antraceno	120-12-7	10,000			11,340	x		x
Arsénico (y compuestos)	–	50	5	1	11,340	x	x	x
Asbestos (friables)	1332-21-4	10,000	5	1	11,340	x	x	x
Benceno	71-43-2	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Bencidina	92-87-5		5,000	1,000	11,340		x	x
Benzo(a)antraceno	56-55-3	50*			45*	x		x
Benzo(a)fenantreno	218-01-9	50*			45*	x		x
Benzo(a)pireno	50-32-8	50*			45*	x		x
Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	50*			45*	x		x
Benzo(g,h,i)perileno	191-24-2	50*			45*	x		x
Benzo(j)fluoranteno	205-82-3	50*			45*	x		x
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	50*			45*	x		x
Beta-naftalina	91-59-8		50	100	11,340		x	x
Bifenilo	92-52-4	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Bifenilos policlorados	1336-36-3		5		4.5		x	x
Bromato de potasio	7758-01-2	10,000			11,340	x		x
Bromo	7726-95-6	10,000			11,340	x		x
Bromoclorodifluorometano (Halon 1211)	353-59-3	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Bromoformo	75-25-2		2,500	1,000	11,340		x	x
Bromometano	74-83-9	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Bromotrifluorometano (Halon 1301)	75-63-8	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Butiraldehído	123-72-8	10,000			11,340	x		x
Cadmio (y compuestos)	–	5	5	1	11,340	x	x	x

Cuadro A-2. Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte

Contaminante	Número CAS	Umbral del NPRI (kg/año)	Umbral del RETC (kg/año)		Umbral del TRI (kg/año)	Registro del contaminante obligatorio en:		
		Manufactura, proceso u otro uso	Manufactura, proceso u otro uso	Niveles de emisión	Manufactura, proceso u otro uso	Canadá (NPRI)	México (RETC)	Estados Unidos (TRI)
Carbonato de litio	554-13-2	10,000			11,340	x		x
Catecol	120-80-9	10,000			11,340	x		x
Cetona Michler	90-94-8	10,000			11,340	x		x
CFC-113	76-13-1		2,500	1,000	11,340		x	x
Cianamida de calcio	156-62-7	10,000			11,340	x		x
Cianuros	–	10,000	5,000	100	11,340	x	x	x
Ciclohexano	110-82-7	10,000			11,340	x		x
Ciclohexanol	108-93-0	10,000			11,340	x		x
Clordano	57-74-9		5	100	4.5		x	x
Clorhidrato de tetraciclina	64-75-5	10,000			11,340	x		x
Cloro	7782-50-5	10,000			11,340	x		x
Clorobenceno	108-90-7	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Clorodifluorometano (HCFC-22)	75-45-6	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Cloroetano	75-00-3	10,000			11,340	x		x
Cloroformiato de etilo	541-41-3	10,000			11,340	x		x
Cloroformo	67-66-3	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Clorometano	74-87-3	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Cloropentafluoroetano (CFC-115)	76-15-3	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Clorotetrafluoroetano (HCFC-124)	–	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Clorotrifluorometano (CFC-13)	75-72-9	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Cloruro de alilo	107-05-1	10,000			11,340	x		x
Cloruro de bencilo	100-44-7	10,000			11,340	x		x
Cloruro de benzoilo	98-88-4	10,000			11,340	x		x
Cloruro de vinilideno	75-35-4	10,000			11,340	x		x
Cloruro de vinilo	75-01-4	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Cobalto y compuestos	–	10,000			11,340	x		x
Cobre y compuestos	–	10,000			11,340	x		x
Creosota	8001-58-9	10,000			11,340	x		x
Cresol (mezcla de isómeros)	–	10,000			11,340	x		x
Cromo y compuestos	–	10,000	5	1	11,340	x	x	x
Crotonaldehído	4170-30-3	10,000			11,340	x		x
Cumeno	98-82-8	10,000			11,340	x		x
Cumeno hidroperóxido	80-15-9	10,000			11,340	x		x
Di(2-etilhexil) ftalato	117-81-7	10,000			11,340	x		x
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	50*			45*	x		x
Dibenzo(a,i)pireno	189-55-9	50*			45*	x		x
Dibenzo(a,j)acridina	224-42-0	50*			45*	x		x
Dibutil ftalato	84-74-2	10,000	5,000	100	11,340	x	x	x
Diclorodifluoroetano (CFC-12)	75-71-8	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Diclorometano	75-09-2	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Dicloropentadieno	77-73-6	10,000			11,340	x		x
Diclorotetrafluoroetano (CFC-114)	76-14-2	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Diclorotrifluoroetano (HCFC-123)	–	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Dietanolamina	111-42-2	10,000			11,340	x		x
Difenilamina	122-39-4	10,000			11,340	x		x
Dihidrocloreto de 3,3'-diclorobencidina	612-83-9	10,000			11,340	x		x
Diisocianato de 2,2,4-trimetilhexametileno	16938-22-0	10,000			11,340	x		x
Diisocianato de 2,4,4-trimetilhexametileno	15646-96-5	10,000			11,340	x		x
Diisocianato de difenilmetano polimerizado	9016-87-9	10,000			11,340	x		x
Diisocianato de isoforona	4098-71-9	10,000			11,340	x		x
Dimetil ftalato	131-11-3	10,000			11,340	x		x
Dimetilamina	124-40-3	10,000			11,340	x		x
Dinitrotolueno (mezcla de isómeros)	25321-14-6	10,000			11,340	x		x



Cuadro A-2. Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte

Contaminante	Número CAS	Umbral del NPRI (kg/año)	Umbral del RETC (kg/año)		Umbral del TRI (kg/año)	Registro del contaminante obligatorio en:		
		Manufactura, proceso u otro uso	Manufactura, proceso u otro uso	Niveles de emisión	Manufactura, proceso u otro uso	Canadá (NPRI)	México (RETC)	Estados Unidos (TRI)
Dióxido de cloro	10049-04-4	10,000	5,000	100	11,340	x	x	x
Dióxido de torio	1314-20-1	10,000			11,340	x		x
Dioxinas y furanos	—	*	*	*	*	x	x	x
Disulfuro de carbono	75-15-0	10,000			11,340	x		x
Epiclorohidrina	106-89-8	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Estireno	100-42-5	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Éter bis-cloro metílico	542-88-1		2,500	1,000	11,340		x	x
Éter metil terbutílico	1634-04-4	10,000			11,340	x		x
Etilbenceno	100-41-4	10,000			11,340	x		x
Etilén glicol	107-21-1	10,000			11,340	x		x
Etilén tiourea	96-45-7	10,000			11,340	x		x
Etileno	74-85-1	10,000			11,340	x		x
Fenantreno	85-01-8	50*			11,340	x		x
Fenol	108-95-2	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Flúor	7782-41-4	10,000			11,340	x		x
Fluoranteno	206-44-0	50*			45*	x		x
Formaldehído	50-00-0	10,000	5,000	100	11,340	x	x	x
Fósforo (amarillo o blanco)	7723-14-0	10,000			11,340	x		x
Fosgeno	75-44-5	10,000			11,340	x		x
HCFC-225ca	422-56-0		2,500	1,000	11,340		x	x
HCFC-225cb	507-55-1		2,500	1,000	11,340		x	x
Heptacloro	76-44-8		5	100	4.5		x	x
Hexaclorociclopentadieno	77-47-4	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Hexacloro-1,3-butadieno	87-68-3		2,500	1,000	11,340		x	x
Hexaclorobenceno	118-74-1	*	*	*	*	x	x	x
Hexacloroetano	67-72-1	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Hexaclorofeno	70-30-4	10,000			11,340	x		x
Hexafluoruro de azufre	2551-62-4	10,000	5,000			x	x	
Hidracina	302-01-2	10,000	5,000	100	11,340	x	x	x
Hidroquinona	123-31-9	10,000			11,340	x		x
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	193-39-5	50*			45*	x		x
Índice de color - Amarillo 3 disperso	2832-40-8	10,000			11,340	x		x
Índice de color - Amarillo solvente 14	842-07-9	10,000			11,340	x		x
Índice de color - Azul directo 218	28407-37-6	10,000			11,340	x		x
Índice de color - Naranja 7 solvente	3118-97-6	10,000			11,340	x		x
Índice de color - Rojo 1 básico	989-38-8	10,000			11,340	x		x
Índice de color - Rojo 15 alimenticio	81-88-9	10,000			11,340	x		x
Índice de color - Verde 3 ácido	4680-78-8	10,000			11,340	x		x
Índice de color - Verde 4 básico	569-64-2	10,000			11,340	x		x
Isobutiraldehído	78-84-2	10,000			11,340	x		x
Isosafrol	120-58-1	10,000			11,340	x		x
Lindano (HCH)	58-89-9		5	100	11,340		x	x
Manganeso y compuestos	—	10,000			11,340	x		x
Mercurio y compuestos	—	5	5	1	4.5	x	x	x
Metacrilato de metilo	80-62-6	10,000			11,340	x		x
Metanol	67-56-1	10,000			11,340	x		x
Metil isobutil cetona	108-10-1	10,000			11,340	x		x
Metil paratión	298-00-0		5	100	11,340		x	x
Metileno bis (fenilisocianato)	101-68-8	10,000			11,340	x		x
Metoxicloro	72-43-5		50	100	45		x	x
N,N-Dimetilanilina	121-69-7	10,000			11,340	x		x
N,N-Dimetilformamida	68-12-2	10,000			11,340	x		x
Naftaleno	91-20-3	10,000			11,340	x		x

Cuadro A-2. Contaminantes comunes a cuando menos dos de los tres RETC de América del Norte

Contaminante	Número CAS	Umbral del NPRI (kg/año)	Umbral del RETC (kg/año)		Umbral del TRI (kg/año)	Registro del contaminante obligatorio en:		
		Manufactura, proceso u otro uso	Manufactura, proceso u otro uso	Niveles de emisión	Manufactura, proceso u otro uso	Canadá (NPRI)	México (RETC)	Estados Unidos (TRI)
n-Hexano	110-54-3	10,000			11,340	x		x
Níquel y compuestos	–	10,000	5	1	11,340	x	x	x
Nitrato de sodio	7632-00-0	10,000			11,340	x		x
Nitrobenzono	98-95-3	10,000			11,340	x		x
Nitroglicerina	55-63-0	10,000			11,340	x		x
Nitrosodimetilamina	62-75-9		2,500	100	11,340		x	x
N-Metil-2-pirrolidona	872-50-4	10,000			11,340	x		x
N-Metilacrilamida	924-42-5	10,000			11,340	x		x
N-Nitrosodifenilamina	86-30-6	10,000			11,340	x		x
Óxido de 1,2-butileno	106-88-7	10,000			11,340	x		x
Óxido de aluminio (formas fibrosas)	1344-28-1	10,000			11,340	x		x
Óxido de decabromodifenilo	1163-19-5	10,000			11,340	x		x
Óxido de estireno	96-09-3	10,000			11,340	x		x
Óxido de etileno	75-21-8	10,000			11,340	x		x
Óxido de propileno	75-56-9	10,000			11,340	x		x
Paraldehído	123-63-7	10,000			11,340	x		x
Pentacarbonilo de hierro	13463-40-6	10,000			11,340	x		x
Pentacloroetano	76-01-7	10,000			11,340	x		x
Pentaclorofenol	87-86-5		2,500	1,000	11,340		x	x
Peróxido de benzoilo	94-36-0	10,000			11,340	x		x
p-Fenilendiamina	106-50-3	10,000			11,340	x		x
Piridina	110-86-1	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Plata y compuestos	–	10,000			11,340	x		x
Plomo y compuestos	–	50	5	1	45	x	x	x
p-Nitroanilina	100-01-6	10,000			11,340	x		x
Propileno	115-07-1	10,000			11,340	x		x
Propionaldehído	123-38-6	10,000			11,340	x		x
Quinoleína	91-22-5	10,000			11,340	x		x
Quinona	106-51-4	10,000			11,340	x		x
Safrol	94-59-7	10,000			11,340	x		x
Selenio y compuestos	–	10,000			11,340	x		x
Sulfato de dietilo	64-67-5	10,000			11,340	x		x
Sulfato de dimetilo	77-78-1	10,000			11,340	x		x
Sulfuro de carbonilo	463-58-1	10,000			11,340	x		x
Tetracloroetileno	127-18-4	10,000			11,340	x		x
Tetracloruro de carbono	56-23-5	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Tetracloruro de titanio	7550-45-0	10,000			11,340	x		x
Tiourea	62-56-6	10,000			11,340	x		x
Toluen-2,4-diisocianato	584-84-9	10,000			11,340	x		x
Toluen-2,6-diisocianato	91-08-7	10,000			11,340	x		x
Toluendiisocianatos (mezcla de isómeros)	26471-62-5	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Tolueno	108-88-3	10,000			11,340	x		x
Toxafeno	8001-35-2		5	100	4.5		x	x
Tricloroetileno	79-01-6	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Triclorofluorometano (CFC-11)	75-69-4	10,000	5,000	1,000	11,340	x	x	x
Trietilamina	121-44-8	10,000			11,340	x		x
Trifluoruro de boro	7637-07-2	10,000			11,340	x		x
Trióxido de molibdeno	1313-27-5	10,000			11,340	x		x
Vanadio y compuestos	–	10,000			11,340	x		x
Warfarina	81-81-2		5	100	11,340		x	x
Xilenos	–	10,000			11,340	x		x
Yoduro de metilo	74-88-4	10,000			11,340	x		x
Zinc y compuestos	–	10,000			11,340	x		x

\*Consúltense los sitios web de los RETC nacionales para conocer información detallada.

Principales contaminantes emitidos o transferidos por plantas de América del Norte, 2005-2010

Cuadro A-3. Principales contaminantes emitidos o transferidos por plantas de América del Norte, 2005 y 2010

Contaminante	Emisiones y transferencias totales			Emisiones en sitio (total)*		Emisiones fuera de sitio para disposición		Transferencias (total)**	
	2005 (kg)	2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)	2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Zinc y compuestos (CA, EU)	641,233,326	728,410,100	14	359,657,700	32	78,427,592	-42	290,216,625	25
Ácido sulfhídrico (CA, MX)	549,418,432	632,563,242	15	152,867,297	-49	479,650,431	91	41,241	13
Plomo y compuestos (CA, EU, MX)	454,007,439	467,277,324	3	278,044,395	37	16,424,428	-72	172,808,501	-10
Cobre y compuestos (CA, EU)	423,077,058	414,654,953	-2	130,518,101	73	12,715,615	5	271,417,257	-19
Ácido nítrico y compuestos nitrados (CA, EU)	282,522,125	261,770,018	-7	186,440,364	-2	6,194,076	-40	69,133,880	-15
Ácido clorhídrico (CA, EU)	278,784,924	106,476,066	-62	100,709,277	-62	618,974	25	5,141,870	-61
Metanol (CA, EU)	235,980,973	181,871,475	-23	82,718,244	-23	8,602,919	42	90,392,584	-26
Manganeso y compuestos (CA, EU)	201,483,436	520,948,260	159	390,269,583	424	36,360,643	-16	94,295,640	13
Amoniaco total (CA, EU)	168,634,168	166,025,660	-2	146,010,710	-3	5,197,391	1	14,800,877	17
Ácido sulfúrico (CA, EU)	167,319,200	137,997,148	-18	61,167,004	-26	1,751,106	-80	75,047,148	0
Tolueno (CA, EU)	117,578,961	81,953,570	-30	19,487,839	-36	1,374,087	-6	60,925,295	-29
Bario (y compuestos) (EU)	111,095,302	123,588,149	11	96,004,623	15	26,770,845	2	812,681	-38
Cromo y compuestos (CA, EU, MX)	105,716,301	132,763,501	26	37,497,942	138	12,814,868	-20	82,440,520	11
Xileno (CA, EU)	94,385,816	93,634,927	-1	13,960,096	-38	1,034,846	-6	78,607,070	11
Níquel y compuestos (CA, EU, MX)	94,384,820	124,507,807	32	48,832,141	310	9,371,894	9	66,300,180	-10
Arsénico (y compuestos) (CA, EU, MX)	93,957,936	121,258,405	29	118,589,939	42	1,862,287	-81	806,179	-14
Etilén glicol (CA, EU)	64,959,022	59,641,334	-8	9,161,085	50	1,753,120	96	48,724,668	-16
Ácido fluorhídrico (CA, EU)	40,908,356	26,139,364	-36	23,303,486	-39	518,487	128	2,317,386	-4
n-Hexano (CA, EU)	38,793,968	33,702,311	-13	22,426,054	2	1,513,498	1,431	9,756,412	-42
Estireno (CA, EU, MX)	38,442,671	19,915,865	-48	12,172,663	-54	1,113,266	-15	6,545,668	-39
Aluminio (humo o polvo) (CA, EU)	37,112,781	19,769,397	-47	5,462,040	-24	3,962,937	-77	10,316,986	-19
Vanadio y compuestos (CA, EU)	33,748,986	44,374,086	31	30,941,836	35	6,344,130	58	7,087,561	3
Diclorometano (CA, EU, MX)	31,275,542	13,317,896	-57	2,302,892	-29	152,119	11	10,861,007	-61
Fósforo total (CA)	27,390,800	183,372,769	569	166,700,954	1,300	11,744,136	24	4,855,008	-20
Etileno (CA, EU)	24,197,018	22,737,718	-6	8,103,171	-28	24	-73	14,634,484	13
Ciertos éteres de glicol (EU)	21,407,701	16,253,775	-24	5,992,423	-33	759,793	-27	9,501,559	-17
Alcohol n-butílico (CA, EU)	20,177,537	12,452,743	-38	5,417,250	-38	121,980	257	6,912,065	-39
N-Metil-2-pirrolidona (CA)	18,031,259	16,278,572	-10	2,047,373	-10	771,672	131	13,387,425	-13
Metil isobutil cetona (CA, EU)	16,865,069	9,627,080	-43	1,873,483	-53	67,826	-4	7,682,767	-40
Acetonitrilo (CA, EU)	16,821,993	15,922,337	-5	8,848,026	9	32,921	155	7,040,715	-19
Azufre reducido total (CA)	—	270,113,955	170 <sup>†</sup>	96,958,553	32 <sup>†</sup>	173,146,179	551 <sup>†</sup>	6,902	39 <sup>†</sup>
<b>Total, 31 principales contaminantes</b>	<b>4,449,712,921</b>	<b>5,059,319,809</b>	<b>16</b>	<b>2,624,486,544</b>	<b>22</b>	<b>901,174,092</b>	<b>43</b>	<b>1,532,818,160</b>	<b>-8</b>
<b>Total, todos los contaminantes</b>	<b>4,833,498,433</b>	<b>5,530,710,253</b>	<b>14</b>	<b>2,879,335,208</b>	<b>24</b>	<b>930,493,737</b>	<b>42</b>	<b>1,719,727,915</b>	<b>-8</b>
<b>Proporción (%), principales contaminantes respecto del total</b>	<b>92</b>	<b>91</b>		<b>91</b>		<b>97</b>		<b>89</b>	

\* Suma de emisiones en sitio al aire, el agua y el suelo, así como por inyección subterránea.

\*\* Suma de transferencias para reciclaje y otras transferencias.

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.



## Apéndice 4

### Sectores que registraron los volúmenes más elevados de emisiones y transferencias totales en los RETC de América del Norte, 2005-2010

Cuadro A-4. Sectores que registraron los mayores volúmenes en los RETC de América del Norte, 2005-2010

SECTOR INDUSTRIAL	Código SCIAN-4	Emisiones y transferencias totales, 2005 (kg)	Emisiones y transferencias totales, 2006 (kg)	Emisiones y transferencias totales, 2007 (kg)	Emisiones y transferencias totales, 2008 (kg)	Emisiones y transferencias totales, 2009 (kg)	Emisiones y transferencias totales, 2010 (kg)	Variación 2005-2010 (%)
Minería de minerales metálicos	2122	579,082,564	959,468,670	891,780,223	963,602,162	946,806,807	1,209,414,482	109
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	2211	527,061,796	507,666,843	502,207,870	455,438,263	369,374,147	352,112,292	-33
Fabricación de productos químicos básicos	3251	350,468,597	358,451,753	331,395,331	316,779,254	269,178,727	291,320,541	-17
Industria básica del hierro y del acero	3311	312,281,935	326,250,943	335,333,978	324,699,283	234,061,306	307,514,746	-2
Extracción de petróleo y gas	2111	299,959,066	352,648,093	425,045,364	519,514,573	521,838,245	975,143,329	225
Servicios relacionados con la minería y la extracción de petróleo y gas	2131	275,449,433	291,148,385	350,015,825	436,929,233	430,632,041	1,704,958	-99
Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	3314	264,792,816	354,836,292	317,299,626	315,491,899	274,146,732	362,220,896	37
Tratamiento y eliminación de desechos	5622	228,270,716	213,420,808	212,877,357	198,627,485	169,597,797	198,450,011	-13
Fabricación de pulpa, papel y cartón	3221	144,571,800	137,973,131	133,797,656	127,707,178	119,378,035	124,141,452	-14
Suministro de agua, drenaje, tratamiento de aguas residuales y otros sistemas	2213	129,606,665	126,646,951	130,512,863	137,716,716	132,559,661	131,651,071	2
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	3241	122,938,595	182,615,184	207,026,327	173,018,676	167,453,335	116,358,264	-5
Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	3359	122,452,169	114,987,627	141,390,477	129,183,266	102,324,610	93,254,407	-24
Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas	3252	120,724,754	119,875,869	112,839,715	97,004,435	83,622,391	89,902,761	-26
Fabricación de partes para vehículos automotores	3363	106,248,184	97,337,168	94,787,662	68,104,136	48,490,034	57,798,205	-46
Fabricación de otros productos metálicos	3329	95,730,498	89,333,824	71,248,549	69,230,151	54,314,912	59,522,147	-38
Fabricación de productos farmacéuticos	3254	88,424,517	71,287,337	61,227,976	49,624,927	43,958,251	44,115,336	-50
Fabricación de productos de hierro y acero	3312	72,027,290	84,274,730	68,703,611	59,678,512	40,817,553	46,045,099	-36
Fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos	3253	65,676,743	65,243,321	63,225,303	62,711,422	74,201,666	73,861,639	12
Recubrimientos y terminados metálicos	3328	58,030,203	56,579,812	54,093,324	56,789,219	48,562,023	38,182,911	-34
Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados	3321	55,259,683	53,212,057	49,883,154	44,402,399	31,003,868	33,548,650	-39
Industria básica del aluminio	3313	53,468,689	58,790,872	47,046,778	35,937,612	26,438,091	30,087,047	-44
Moldeo por fundición de piezas metálicas	3315	53,394,266	50,918,368	58,191,323	61,708,817	62,220,715	40,952,586	-23
Fabricación de productos de plástico	3261	52,246,929	48,176,705	46,002,835	43,499,883	31,852,148	48,149,766	-8
Fabricación de otros productos químicos	3259	44,850,740	46,150,913	45,345,418	40,657,296	32,752,590	32,727,558	-27
Fabricación de automóviles y camiones	3361	43,193,482	41,933,296	42,604,437	31,105,034	23,055,939	22,529,193	-48
Matanza, empaqueo y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	3116	40,590,751	38,638,546	37,285,399	42,142,895	37,528,091	34,099,903	-16
Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos	3255	39,067,257	39,456,209	33,078,507	27,783,805	22,378,428	22,508,492	-42
Fabricación de componentes electrónicos	3344	34,190,962	32,216,401	27,239,386	26,471,328	19,961,990	22,560,601	-34
Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	3112	23,552,436	22,589,298	24,188,769	21,593,022	19,936,169	24,065,602	2
Maquinado de piezas metálicas y fabricación de tornillos	3327	21,950,937	25,635,327	25,264,048	25,530,666	18,453,344	21,860,876	0
<b>Tota, principales 30 contaminantes</b>		<b>4,425,564,475</b>	<b>4,967,764,733</b>	<b>4,940,939,092</b>	<b>4,962,683,547</b>	<b>4,456,899,646</b>	<b>4,905,804,822</b>	<b>11</b>
<b>Total, todos los contaminantes</b>		<b>4,833,498,433</b>	<b>5,458,622,690</b>	<b>5,439,460,679</b>	<b>5,392,090,187</b>	<b>4,829,435,749</b>	<b>5,530,710,253</b>	<b>14</b>
<b>Proporción (%), principales contaminantes respecto del total</b>		<b>92</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>92</b>	<b>89</b>	

Nota: Las diferencias en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países afectan el panorama de la contaminación industrial en América del Norte.

## Contaminantes seleccionados: fuentes industriales, usos y propiedades químicas

Este apartado presenta información sobre los usos o producción industrial típica de algunos de los contaminantes mencionados a lo largo de este informe, junto con datos sobre sus propiedades químicas y potencial para causar daño. Los lectores han de recordar que los datos RETC por sí solos no ofrecen información suficiente para evaluar el daño potencial de un contaminante. Sin embargo, pueden emplearse en combinación con información adicional sobre la sustancia como punto de partida para aprender más sobre sus posibles efectos. Se insta a los lectores a consultar otras fuentes, entre las que se incluyen aquellas que sirvieron de base para reunir la información aquí presentada, a saber: ToxFAQs, preparada por el Departamento de Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ATSDR*) de Estados Unidos, y *Right-to-Know Hazardous Substance Fact Sheets* [Hojas informativas sobre sustancias peligrosas, por el derecho a la información] del Departamento de Salud del estado de Nueva Jersey.

El **arsénico** es un metal presente de manera natural en el medio ambiente, que se encuentra principalmente como impureza en minerales metálicos. Los compuestos de arsénico se utilizan con mayor frecuencia en productos para el tratamiento de madera, en forma de aleaciones metálicas y en plaguicidas. La exposición humana a esta sustancia puede darse al consumir pequeñas cantidades contenidas en alimentos o agua, o mediante la inhalación de aserrín o humo procedente de madera tratada con arsénico, o bien al trabajar con productos que contengan arsénico (por ejemplo, en la fundición de cobre o plomo, el tratamiento de madera o la aplicación de plaguicidas). La inhalación de altos niveles de arsénico produce irritación en la garganta y los pulmones; una exposición a niveles más bajos, por otro lado, llega a provocar náusea y afectar los vasos sanguíneos. El arsénico en el agua de consumo humano se asocia con cáncer de vejiga, pulmones, piel, riñones e hígado y, al consumirse en niveles muy elevados, puede provocar la muerte. Se ha demostrado que la exposición al arsénico a largo plazo en la infancia disminuye los valores de coeficiente intelectual y la exposición al arsénico en las etapas prenatales y la primera infancia aumenta el índice de mortalidad entre los adultos jóvenes.

El **cadmio** es un elemento natural que se encuentra en la corteza terrestre, por lo general en combinación con otros elementos, como oxígeno, cloro o azufre. La mayor parte del cadmio se extrae durante la producción de otros metales, como zinc, plomo y cobre. Al no oxidarse fácilmente, el

cadmio tiene numerosas aplicaciones: en baterías, pigmentos, recubrimientos metálicos y plásticos. El cadmio se introduce al medio ambiente como producto de la minería, determinados procesos industriales, la combustión de carburantes y la disposición de desechos domésticos. No se descompone en el medio ambiente, pero cambia de forma y las partículas de cadmio en la atmósfera pueden viajar grandes distancias antes de depositarse. Algunas formas de cadmio se disuelven en agua y el cadmio se combina con partículas de suelo. Los peces, plantas y animales absorben cadmio del entorno, lo que provoca la exposición humana a este contaminante al consumirse alimentos que lo contienen. La exposición también se da al inhalar aire contaminado en el lugar de trabajo o beber agua contaminada. La exposición al cadmio presente en la atmósfera, los alimentos o el agua puede afectar los pulmones, el aparato digestivo y los riñones.

El **plomo** es un metal presente en el medio ambiente de forma natural que no se descompone, pero puede transformarse con la acción de la luz solar, el aire y el agua. Algunas actividades como la minería y la industria manufacturera, la quema de combustibles fósiles y la disposición de material con contenido de plomo pueden liberarlo en el medio ambiente. Además de utilizarse en la fabricación de baterías para vehículos, pigmentos, plásticos, vidrio, aparatos electrónicos, joyería y alfarería, sirve de protección contra los rayos X y se utiliza en insecticidas, veneno para ratas y ungüentos. La exposición humana ocurre por la ingestión de alimentos o agua con plomo, o por la inhalación de pintura con plomo o la lixiviación del metal al agua en las tuberías con soldadura de plomo en viviendas antiguas. El plomo inorgánico se considera un carcinógeno presunto, además de ser una sustancia tóxica que afecta el desarrollo o la reproducción. La exposición aun a cantidades pequeñas puede afectar casi cualquier órgano del cuerpo, principalmente el sistema nervioso. Los altos niveles de exposición al plomo durante el embarazo pueden provocar abortos, defectos en el crecimiento y trastornos mentales en los hijos. Un nivel de exposición bajo afecta el desarrollo infantil y, por tratarse de una sustancia tóxica persistente y bioacumulable, se deposita en los huesos y se acumula con el tiempo.

El **mercurio** es un metal presente en la naturaleza que puede adquirir varias formas. El mercurio metálico es un líquido brillante que, al calentarse, se convierte en gas. Al combinarse con otros elementos, forma compuestos inorgánicos y con carbono produce compuestos orgánicos de mercurio,

como el metilmercurio. El mercurio se emplea en termómetros, amalgamas dentales y baterías. Las fuentes antropogénicas de exposición comprenden emisiones procedentes de plantas generadoras de electricidad de caldeo por carbón, la extracción minera, fundidoras, plantas cementeras y la disposición de productos con contenido de mercurio. El sistema nervioso es sumamente sensible a todas las formas de mercurio, pero los vapores de metilmercurio y mercurio metálico son los más nocivos, porque estas formas de mercurio llegan al cerebro. La exposición a altos niveles del metal puede causar daños permanentes en el cerebro y los riñones y en el feto en desarrollo, y en los niños de muy corta edad se presenta una particular sensibilidad al elemento. Luego de recorrer grandes distancias en la atmósfera, esta sustancia se deposita en el suelo y el agua. Por tratarse de una STPB y acumularse en los peces, el ser humano queda expuesto al consumir pescados, mariscos y mamíferos marinos.

El **hexaclorobenceno** es un fungicida cuya producción y uso están prohibidos ya a escala internacional en términos del Convenio de Estocolmo y el Protocolo de Aarhus sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) del Convenio de Ginebra sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia. Con todo, el hexaclorobenceno se emite en pequeñas cantidades como resultado de su formación como producto residual de la elaboración de otras sustancias químicas y al liberarse al medio ambiente durante la combustión. Esta sustancia se descompone muy lentamente en la atmósfera, donde queda sujeta a transportarse grandes distancias. No se disuelve fácilmente en el agua pero se combina con sedimentos y se asienta en el fondo. Presenta una fuerte tendencia a acumularse en animales que viven en aguas contaminadas con esta sustancia. Una breve exposición a niveles sumamente elevados de hexaclorobenceno puede tener efectos en el sistema nervioso como debilidad y convulsiones, al igual que úlceras cutáneas y daños hepáticos y tiroideos. La exposición a largo plazo puede afectar el hígado y el aparato reproductor, así como el desarrollo. El hexaclorobenceno se considera además una sustancia cancerígena para el ser humano.

El  **Cromo** es un elemento que se encuentra naturalmente en el medio ambiente en forma líquida, sólida y gaseosa. Puede cambiar de forma fácilmente en el agua y el suelo. Sus formas más comunes son el cromo metálico, que es la forma de cromo (0), así como el cromo (III) y el cromo (VI). Este metal se utiliza en la fabricación de acero. El cromo (VI), o cromo hexavalente, junto con el cromo (III) se utilizan en el cromado, la producción de tintas, el curtido del cuero y el tratamiento de madera. La exposición al cromo puede darse al ingerir alimentos con contenido de cromo (III), inhalar aire contaminado (por ejemplo, durante la fabricación de productos a base de cromo), tener contacto

con la piel, beber agua de pozo contaminada o vivir cerca de sitios de depósito de desechos con contenido de cromo sin los controles adecuados o en zonas aledañas a industrias que utilizan cromo. Los peligros asociados con esta sustancia dependen de su forma. La exposición al cromo (VI) por vía respiratoria puede ocasionar problemas como asma y daños al aparato reproductor masculino. Los compuestos de cromo (VI) constituyen carcinógenos conocidos y su inhalación se ha relacionado con el cáncer de pulmón.

Los **compuestos orgánicos volátiles (COV)** conforman una categoría de compuestos orgánicos que se presentan en forma de gases a temperatura ambiente (por ejemplo, vapores solventes). Los COV reaccionan con óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) para formar ozono troposférico, principal componente del smog y un fuerte irritante pulmonar. El metanol es uno de los COV que se genera en mayores volúmenes en la elaboración de celulosa y papel (como subproducto no intencional de la fabricación de celulosa de madera, la recuperación de sustancias químicas y el blanqueo de pastas). Se sospecha que es una sustancia tóxica que afecta el desarrollo, además de ser neurotóxica y dañar el tracto gastrointestinal y el hígado. Otros COV generados a partir de la fabricación de celulosa y papel incluyen el acetaldehído, propionaldehído, metiletilcetona, fenoles y terpenos.

Los **compuestos de azufre reducido** (por ejemplo, ácido sulfhídrico o sulfuro de hidrógeno y sulfuro de carbonilo) están asociados al distintivo olor a huevo podrido que emiten algunas fábricas de celulosa kraft. La exposición a emisiones de azufre reducido se relaciona con síntomas que incluyen cefalea, ojos llorosos, problemas nasales y dificultades para respirar.

Entre los **compuestos clorados** se incluyen el dióxido de cloro y el hipoclorito de sodio, sustancias químicas a base de cloro que se utilizan comúnmente en el blanqueo de celulosa. El dióxido de cloro tiene el potencial de ser un irritante agudo y de larga duración de las vías respiratorias, además de que puede causar la muerte en los casos de exposición a niveles elevados.

Las **dioxinas y furanos** se producen de manera imprevista durante la etapa de cloración en el blanqueo de la celulosa, sobre todo cuando se utiliza cloro elemental ( $\text{Cl}_2$ ). Este descubrimiento ocasionó que se eliminara gradualmente el uso del cloro elemental en el proceso de blanqueo de las fábricas de celulosa química en América del Norte. Las dioxinas y furanos conforman un grupo de sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables, son carcinógenos conocidos y pueden ocasionar inmunodepresión y afectar el aparato reproductor. En las zonas donde las fábricas de celulosa utilizan madera procedente de troncos transportados en



agua salina, la combustión de residuos de madera, conocidos como “salazones de cerdo”, producen emisiones atmosféricas con bajos niveles de dioxinas.

El **cloroformo** se forma a partir del uso de compuestos a base de cloro para procesos de blanqueo en la fabricación de celulosa y papel. Además de ser cancerígena, es una sustancia tóxica que se sospecha afecta el sistema respiratorio y circulatorio, así como el hígado y los riñones, y causa interferencia endocrina.

Los **sólidos suspendidos totales** constituyen una medida del material sólido suspendido en efluentes de fábricas que cuando se presenta en cantidades elevadas se asienta y puede dañar a los organismos que viven en el fondo de los cuerpos de agua receptores.

Los **compuestos de nitrógeno (por ejemplo, nitratos, nitritos y amoníaco)** y **fósforo** se añaden durante el proceso de tratamiento de aguas residuales para que ayuden a eliminar la materia orgánica disuelta de los efluentes. Cuando se presentan en volúmenes elevados, el nitrógeno y el fósforo producen efectos adversos en la calidad de las aguas receptoras, al estimular el crecimiento de plantas acuáticas y crear áreas de agotamiento de oxígeno (conocidas como “zonas muertas”). El amoníaco, además, es precursor de formación de partículas finas e irritante pulmonar.

La **materia orgánica** presente en un cuerpo de agua se mide en función de la **demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**, que es la cantidad de oxígeno disuelto requerida por los organismos acuáticos aeróbicos para su descomposición. La DBO se ve afectada por las descargas de material de desecho y muchas veces sirve de indicador de la calidad del agua.

Los **contaminantes atmosféricos de criterio (CAC)** se producen generalmente de la combustión de carburantes (a menudo de tipos fósiles como el carbón, petróleo y gas natural) para la generación de la energía empleada en la fabricación de celulosa y papel. Debido a las diferencias prevalecientes en los requisitos de registro entre los sistemas RETC de los tres países, los datos relacionados con las emisiones de CAC no se incluyen en el presente informe. Entre los CAC más comunes destacan:

- El **monóxido de carbono**, que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles. La exposición intensa a este contaminante atmosférico puede ocasionar la muerte y, a niveles elevados en la atmósfera, daña la vegetación.
- Los **óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)** son producto de la combustión de carburantes. Se combinan con compuestos orgánicos volátiles y la luz solar en la capa baja de la atmósfera para formar ozono, componente clave del smog. Cuando el aire es húmedo, los óxidos nitrosos también forman ácido nítrico, que se precipita como un componente de la lluvia ácida. El NO<sub>2</sub> también es un irritante grave de las vías respiratorias.
- Las **partículas de materia** son fragmentos de material extremadamente pequeños que se dispersan en la atmósfera a partir de la combustión. Las partículas de materia (PM) pueden ser finas o gruesas y formarse por cenizas de madera o compuestos químicos creados con carbono, óxidos metálicos y sales, ácidos, aceites combustibles, cal, etcétera. En su categoría de menor tamaño —PM<sub>2.5</sub>—, suponen las repercusiones más importantes para la salud porque pueden penetrar los pulmones. Las partículas finas se relacionan con efectos graves en la salud, como bronquitis crónica, asma y muerte prematura.
- El **dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)** es un compuesto químico producido por la combustión de carburantes que contienen azufre (por ejemplo, petróleo y carbón). El dióxido de azufre puede ocasionar niebla y lluvia ácida, lo que contribuye a la acidificación de lagos y corrientes, además de ocasionar daños forestales, corrosión de edificios y maquinaria y una deficiente calidad del aire, lo que, a su vez, causa problemas respiratorios como asma y bronquitis.

Los **gases de efecto invernadero (GEI)**, como el **dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**, contribuyen al cambio climático y comprenden emisiones comunes del sector de fabricación de celulosa y papel, principalmente de las calderas que se utilizan para generar energía. En el presente informe se excluyen datos relativos a emisiones de GEI, por las diferencias en los requisitos de registro entre los programas RETC nacionales para estos contaminantes.



Cuestionario para fábricas de celulosa, papel y cartón

**A. Manejo ambiental**

*Las preguntas en este apartado se centran en las actividades que las plantas industriales llevaron a cabo de 2005 a 2010 en materia de manejo ambiental*

**1. ¿Cuenta su empresa con una política ambiental declarada?**

- Sí (Si su respuesta es afirmativa, ¿está esta información a disposición de la ciudadanía?  Sí  No)
- No
- No sé

**2. ¿Dispone su planta industrial de un sistema de manejo ambiental?**

- Sí (Por ejemplo, ISO 14001 u otro) Si su respuesta es afirmativa, sírvase especificar: \_\_\_\_\_
- No
- No sé

**3. Entre 2005 y 2010, ¿implementó cambios su planta industrial con el objetivo de prevenir o reducir la contaminación?**

- Sí  No  No sé (Si su respuesta es 'no' o 'no sé', pase a la pregunta 6).

Si su respuesta es afirmativa, marque todas las medidas que se hayan adoptado e indique el año (o periodo) en que se instrumentaron:

- Instalación de equipo para el control de la contaminación Año(s): \_\_\_\_
- Instrumentación de nueva tecnología de procesamiento Año(s): \_\_\_\_
- Renovación de tecnología existente Año(s): \_\_\_\_
- Sustitución o reformulación de materias primas Año(s): \_\_\_\_
- Sustitución de combustibles Año(s): \_\_\_\_
- Reciclaje Año(s): \_\_\_\_
- Mejoramiento en la eficiencia energética Año(s): \_\_\_\_
- Reemplazo de la fuente de generación de electricidad o vapor con fuente externa Año(s): \_\_\_\_
- Otro (sírvase especificar): Año(s): \_\_\_\_

---



---



---



4. **Si respondió afirmativamente a la pregunta 3, ¿se tomaron estas medidas con miras a atender uno o más de los siguientes problemas ambientales? Marque todas las opciones que correspondan y, si es posible, descríbalas brevemente:**

- Emisiones al aire de contaminantes atmosféricos de criterio \_\_\_\_\_
- Emisiones al aire de otras sustancias peligrosas o tóxicas \_\_\_\_\_
- Emisiones de gases de efecto invernadero \_\_\_\_\_
- Descargas de sustancias tóxicas en aguas superficiales \_\_\_\_\_
- Descargas de otras sustancias en aguas superficiales \_\_\_\_\_
- Manejo de desechos sólidos \_\_\_\_\_
- Manejo de desechos peligrosos \_\_\_\_\_
- Otro \_\_\_\_\_

5. **Si respondió afirmativamente a la pregunta 3, ¿hubo algún factor determinante que motivara la decisión de realizar el cambio en cuestión en la planta industrial?**

- Relaciones con la comunidad
- Cumplimiento con ordenamientos locales, federales o internacionales. De ser posible, especifique los nombres:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Compromiso corporativo con el medio ambiente
- Sistema de manejo ambiental
- Precio de las materias primas
- Acceso a mercados internacionales
- Exigencias de clientes y consumidores
- Modernización de la planta
- Otro beneficio económico (por ejemplo, minimización de desechos). Sírvase especificar:  
\_\_\_\_\_
- Programas de incentivos específicos (por ejemplo, programa de eficiencia energética). De ser posible, especifique los nombres:  
\_\_\_\_\_
- Otro (describa brevemente)  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- No sé

6. **Hasta donde usted sabe, ¿informó su planta industrial sobre reducciones en sus emisiones al aire de contaminantes entre 2005 y 2010?**

- Sí    No    No sé

Si su respuesta es afirmativa, ¿obedece este decremento a alguno de los siguientes factores que no formó parte de una estrategia de prevención de la contaminación? (marque todas las opciones que correspondan):

- Cambios en los factores de emisión utilizados, en la metodología de muestreo o cálculo, o corrección de errores en estimaciones anteriores
- Cambios en la reglamentación o en las directrices del correspondiente sistema RETC
- Una disminución en la producción de la planta
- Otra razón que NO se relaciona con alguna estrategia de prevención de la contaminación en concreto (especifique):  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- No sé

**7. Hasta donde usted sabe, informó su planta industrial sobre reducciones en sus emisiones a aguas superficiales de contaminantes entre 2005 y 2010?**

- Sí  No  No sé

Si su respuesta es afirmativa, ¿obedece este decremento a alguno de los siguientes factores que no formó parte de una estrategia de prevención de la contaminación? (marque todas las opciones que correspondan):

- Cambios en los factores de emisión utilizados, en la metodología de muestreo o cálculo, o corrección de errores en estimaciones anteriores
- Cambios en la reglamentación o en las directrices del correspondiente sistema RETC
- Una disminución en la producción de la planta
- Otra razón que NO se relaciona con alguna estrategia de prevención de la contaminación en concreto (especifique):

---

---

- No sé

**8. Hasta donde usted sabe, ¿cómo utiliza la planta industrial los datos RETC que registra? (marque todas las opciones que correspondan):**

- Para documentar o medir los avances en la consecución de los objetivos ambientales de la planta o la empresa (por ejemplo, como indicadores de desempeño)
- A fin de cumplir con requisitos para la obtención de los permisos pertinentes para la planta
- Para comunicarse con sectores interesados o la ciudadanía
- Otro (describa brevemente):

---

---

- No sé

**9. En el registro de datos RETC de su planta, ¿cómo se cuantifican sus emisiones o transferencias? (marque todas las opciones que correspondan):**

- Medición directa (por ejemplo, monitoreo)
- Cálculos o estimaciones técnicas
- Cálculo de balance de masa
- Factores de emisión
- Otro (describa)

---

---

- No sé

**10. Hasta donde usted sabe, ¿cómo verifica su planta la precisión de los datos RETC registrados?**

---

---

---

- No sé

**B. Características de la empresa, planta industrial y puesto de trabajo**

*Ayúdenos a validar y proporcionar la siguiente información:*

**1. Escriba el nombre completo y el domicilio de la planta industrial (es decir, los edificios ubicados en un sitio contiguo y bajo el control común de una empresa):**

Nombre de la planta industrial \_\_\_\_\_

Calle y número \_\_\_\_\_

Ciudad \_\_\_\_\_

Estado, provincia o territorio \_\_\_\_\_

Código postal \_\_\_\_\_

Identificación de la planta en el RETC (NPRI, TRI o RETC) \_\_\_\_\_

**2. Si la planta pertenece a una empresa matriz, proporcione el nombre completo y el domicilio:**

Nombre de la empresa matriz \_\_\_\_\_

Ciudad \_\_\_\_\_

Estado \_\_\_\_\_

País \_\_\_\_\_

**3. Descripción de las actividades de la planta industrial:**

Nombre del sector industrial \_\_\_\_\_

Código(s) del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) \_\_\_\_\_

Año en que la planta industrial inició operaciones \_\_\_\_\_

**4. Sírvase proporcionar la siguiente información:**

Materias primas empleadas (por ejemplo, madera sólida, virutas o astillas de madera y fibra reciclada). Especifique:

\_\_\_\_\_

Proceso (por ejemplo, kraft, elaboración de celulosa mecánica, destintado, otro). Especifique:

\_\_\_\_\_

Combustible utilizado (en caldera). Especifique:

\_\_\_\_\_

Tecnologías para el control de la contaminación (por ejemplo, lavadores de gases, ciclones, filtros de manga).

Describa brevemente: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tratamiento de agua cruda. Describa brevemente:

\_\_\_\_\_

Tratamiento de desechos (por ejemplo, incineradores, tratamiento de aguas residuales, disposición en sitio y fuera de sitio en rellenos sanitarios, reciclaje). Describa brevemente:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Otro (describa brevemente):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



5. De las siguientes opciones, ¿cuál describe mejor su puesto de trabajo? (Marque sólo una):

- Gerente o especialista en medio ambiente o ciencias de la salud ambiental
- Especialista en cumplimiento reglamentario
- Gerente de planta
- Gerente o especialista en recursos humanos
- Consultor
- Otro (especifique): \_\_\_\_\_

6. ¿Cuántos años tiene ocupando este cargo dentro de la planta? \_\_\_\_\_

7. ¿Qué tanto está relacionado su trabajo con el registro en el RETC?

- Bastante (50% o más)
- Hasta cierto punto (20%-49%)
- Poco (0%-19%)

8. Incluido usted mismo, ¿más o menos cuántos empleados equivalentes a tiempo completo trabajan en la planta?

\_\_\_\_\_

9. Aporte comentarios adicionales sobre el registro en el RETC, o acerca de los desafíos en manejo ambiental que enfrenta la planta y que quiera compartir con nosotros.

---

---

---

---

---

10. En el próximo informe *En balance*, la CCA hará referencias generales a la información sobre los procesos o prácticas de manejo ambiental de las plantas obtenida por medio de este cuestionario. En caso de que las iniciativas por la sustentabilidad ambiental de su planta industrial pudieran utilizarse como ejemplo de mejores prácticas, ¿otorga permiso a la CCA para nombrar a su planta en el informe?  SÍ  NO

*Agradecemos profundamente el tiempo dedicado a responder este cuestionario. Su participación en este estudio contribuirá a que nuestra iniciativa rinda frutos.*

## Referencias

- American Forest and Paper Association (2013), en: <[www.afandpa.org](http://www.afandpa.org)> (consulta realizada en agosto de 2013).
- Arauco (2005), “Plan de manejo de residuos peligrosos”, en *Informe final: Planta Licancel*, Arauco y Constitución, S.A.
- ATSDR (2013), “ToxFAQs”, US Agency for Toxic Substances and Disease Registry [Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades de Estados Unidos], en: <[www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp](http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp)>.
- CCA (2011), *Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.
- CCA (2011), *En balance 13: Emisiones y transferencias de contaminantes en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.
- CEA (2013), Canadian Energy Association, comunicación personal, noviembre de 2013.
- CIIC (2013), “Classification”, Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, disponible en: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>>.
- De la Madrid Cordero, E. (2009), *La situación de la industria de la celulosa y el papel en el mundo*, Financiera Rural, México.
- Environment Canada (2012), “Reduction of carbon dioxide emissions from coal-fired generation of electricity regulations (SOR/2012-167)”, disponible en: <[www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/eng/regulations/detailreg.cfm?intReg=209](http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/eng/regulations/detailreg.cfm?intReg=209)>.
- Environment Canada (2012), *Status report on the pulp and paper effluent regulations*, junio de 2012, disponible en: <[www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=En&xml=A231D61D-E897-4257-9E4B-F65CF5A8B5AD](http://www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=En&xml=A231D61D-E897-4257-9E4B-F65CF5A8B5AD)> (consulta realizada en junio de 2013).
- Environment Canada (2013), *Backgrounder: Clean air regulatory agenda*, disponible en: <[www.ec.gc.ca/default.asp?lang=En&n=56D4043B-1&news=295B1964-9737-4F80-B064-B3088D9910BE](http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=En&n=56D4043B-1&news=295B1964-9737-4F80-B064-B3088D9910BE)> (consulta realizada en junio de 2013).
- Environment Canada (2013), “Equivalency agreements”, disponible en: <[www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=5CB02789-1](http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=5CB02789-1)> (consulta realizada en junio de 2013).
- Environment Canada (2013), “National Pollutant Release Inventory (NPRI)”, en: <[www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri\\_online\\_data\\_e.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri_online_data_e.cfm)>.
- Environmental Paper Network (EPN) (2011), *The state of the paper industry 2011: Steps toward an environmental vision*, disponible en: <<http://environmentalpaper.org/>> (consulta realizada en agosto de 2013).
- EPA (1997), “Fact sheet. EPA-821-F-97-010”, en *EPA’s final pulp, paper, and paperboard “Cluster Rule”—Overview*, Office of Water, Environmental Protection Agency (EPA) [Oficina del Agua, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], noviembre de 1997, disponible en: <[http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/pulppaper/upload/1997\\_11\\_14\\_guide\\_pulppaper\\_jd\\_fs1.pdf](http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/pulppaper/upload/1997_11_14_guide_pulppaper_jd_fs1.pdf)> (consulta realizada en julio de 2013).
- EPA (1997), *The pulp and paper industry, the pulping process, and pollutant releases to the environment*, Environmental Protection Agency (EPA) [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], hoja informativa, disponible en: <[http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/pulppaper/upload/1997\\_11\\_14\\_guide\\_pulppaper\\_jd\\_fs2.pdf](http://water.epa.gov/scitech/wastetech/guide/pulppaper/upload/1997_11_14_guide_pulppaper_jd_fs2.pdf)> (consulta realizada en junio de 2013).
- EPA (2002), *Profile of the pulp and paper industry*, Office of Compliance Sector Notebook Project, Environmental Protection Agency (EPA) [Proyecto de Agenda de Sectores de la Oficina de Cumplimiento de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], 2ª edición, noviembre de 2002, disponible en: <[www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/pulppasn.pdf](http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/pulppasn.pdf)> (consulta realizada en junio de 2013).
- EPA (2011), “Mercury and Air Toxics Standards (MATS)”, Environmental Protection Agency (EPA) [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], disponible en: <[www.epa.gov/mats/basic.html](http://www.epa.gov/mats/basic.html)>.
- EPA (2011), “Transforming paper mill pollution into commercial resource”, Environmental Protection Agency (EPA) [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], boletín informativo *Science Matters*, junio de 2011, en: <[www.epa.gov/sciencematters/june2011/papermill.htm](http://www.epa.gov/sciencematters/june2011/papermill.htm)> (consulta realizada el 7 de diciembre de 2012).
- EPA (2013), “New Source Performance Standards—Kraft pulp mills. Rules and implementation information for pulp and paper production”, Environmental Protection Agency (EPA) [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], en: <[www.epa.gov/ttnatw01/pulp/pulppg.html](http://www.epa.gov/ttnatw01/pulp/pulppg.html)> (consulta realizada en julio de 2013).

- EPA (2013), “Toxics Release Inventory (TRI)”, Environmental Protection Agency (EPA) [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], en: <[www.epa.gov/triexplorer](http://www.epa.gov/triexplorer)>.
- EPA (2013), “Wastes/resource conservation/common wastes & materials/paper recycling”, Environmental Protection Agency (EPA) [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos], disponible en: <[www.epa.gov/osw/conserves/materials/paper/basics/papermaking.htm](http://www.epa.gov/osw/conserves/materials/paper/basics/papermaking.htm)> (consulta realizada en junio de 2013).
- European Paper & Packaging Industries (2013), *Paper Online*, en: <[www.paperonline.org](http://www.paperonline.org)>.
- FAO (2011), *State of the world's forests; 2008 statistics*, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma, disponible en: <[www.fao.org/docrep/013/i2000e/i2000e.pdf](http://www.fao.org/docrep/013/i2000e/i2000e.pdf)> (consulta realizada en agosto de 2013).
- Forest Products Association Canada (2013), en: <[www.fpac.ca/index.php/en/](http://www.fpac.ca/index.php/en/)> (consulta realizada en agosto de 2013).
- Government of Newfoundland and Labrador, Department of Environment and Conservation (2010), “Corner Brook Pulp & Paper Tire Derived Fuel (TDF) Co-Firing Trial Project; Summary of environmental assessment process”, disponible en: <[www.env.gov.nl.ca/env/env\\_assessment/projects/Y2010/1539/index.html](http://www.env.gov.nl.ca/env/env_assessment/projects/Y2010/1539/index.html)> (consulta realizada en noviembre de 2013).
- Government of Ontario (2013), “Ending Coal for Cleaner Air Act 2013; Environmental Registry”, disponible en: <[www.ebr.gov.on.ca/ERS-WEB-External/displaynoticecontent.do?noticeId=MTIxMDQ3&statusId=MTgxMTk5&language=en](http://www.ebr.gov.on.ca/ERS-WEB-External/displaynoticecontent.do?noticeId=MTIxMDQ3&statusId=MTgxMTk5&language=en)>.
- Green Media Toolshed (2013), “Scorecard”, en: <<http://scorecard.goodguide.com>>.
- Ince, B. K., Z. Cetecioglu y O. Ince (2011), “Pollution prevention in the pulp and paper industries”, en Elzbieta Broniewicz (comp.), *Environmental management in practice*, InTech, Rijeka.
- Industry Canada (2013), “Establishments: Pulp, paper and paperboard mills (NAICS 3221)”, Canadian Industry Statistics, en: <[www.ic.gc.ca/cis-sic/cis-sic.nsf/IDE/cis-sic3221etbe.html](http://www.ic.gc.ca/cis-sic/cis-sic.nsf/IDE/cis-sic3221etbe.html)> (consulta realizada en julio de 2013).
- INE-Semarnat (2007), *La responsabilidad jurídico-penal asociada al manejo inadecuado de los residuos peligrosos en México*, disponible en: <[www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/398/olvera.html](http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/398/olvera.html)> (consulta realizada en mayo de 2013).
- Inegi (2008), *SCIAN 2007: Sistema de clasificación de América del Norte, México*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INE), disponible en: <[www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/scian2007\\_1.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/scian2007_1.pdf)>.
- Inegi (2012), “Principales características de la industria manufacturera por sector, subsector, rama y clase de actividad: resultados integrados, 2009-2010”, *Encuesta anual de la industria manufacturera: EAIM 2009-2010, SCIAN 2007*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, pp. 32-73; disponible en: <[www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/establecimientos/indus\\_manu/resumen\\_anual\\_09\\_10/EAIM09\\_10.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/establecimientos/indus_manu/resumen_anual_09_10/EAIM09_10.pdf)> ;
- NCASI (2003), *Pulp mill process closure: A review of global technology developments and mill experiences in the 1990s*, boletín técnico núm. 860, National Council for Air and Stream Improvement, Inc., Research Triangle Park, Carolina del Norte.
- NCASI (2013), comunicación personal, National Council for Air and Stream Improvement, Inc., diciembre de 2013.
- NCASI (2013), comunicación personal, National Council for Air and Stream Improvement, Inc., noviembre de 2013.
- Natural Resources Canada (2013), “Pulp and Paper Green Transformation Program: Mission accomplished”, en: <[www.nrcan.gc.ca/forests/federal-programs/13141](http://www.nrcan.gc.ca/forests/federal-programs/13141)> (consulta realizada en septiembre de 2013).
- Resource Information Systems, Inc. (2013), *Annual historical data; World pulp, 2010*, disponible en: <[www.risiinfo.com/pages/product/pulp-paper/](http://www.risiinfo.com/pages/product/pulp-paper/)>.
- Secretaría de Economía (2010), *Norma Mexicana NMX-N-107-SCFI-2010*.
- Semarnat (2007), *Regulación de los residuos peligrosos en México*, Colección Técnica y Estadística.
- Semarnat (2013), “Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)”, en: <<http://app1.semarnat.gob.mx/retc/index.php>>.
- Semarnat (2013), “Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)”, comunicación personal con funcionarios del RETC, diciembre de 2013.
- State of California, Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) (2013), “Proposition 65 list”, en: <[www.oehha.org/prop65.html](http://www.oehha.org/prop65.html)>.



- State of New Jersey, Department of Health, “Right-to-Know Hazardous Substance Fact Sheets”, en: <<http://web.doh.state.nj.us/rtkhsfs/indexFs.aspx>>.
- Statistics Canada (2007), “NAICS 2007”, Dirección General de Estadística de Canadá (Statistics Canada), en: <[www.statcan.gc.ca/subjects-sujets/standard-norme/naics-scian/2007/list-liste-eng.htm](http://www.statcan.gc.ca/subjects-sujets/standard-norme/naics-scian/2007/list-liste-eng.htm)>.
- Statistics Canada (2007), “North American Industry Classification System; NAICS 3221”, disponible en: <<http://stds.statcan.gc.ca/naics-scian/2007/cs-rc-eng.asp?criteria=3221>> (consulta realizada en junio y agosto de 2013).
- US Bureau of Labor Statistics (2011), “Table 2. Private industry by 6-digit NAICS industry and government by level of government, 2010 annual averages: Establishments, employment and wages, change from 2009”, en *Quarterly census of employment and wages*, disponible en: <[www.bls.gov/cew/ew10table2.pdf](http://www.bls.gov/cew/ew10table2.pdf)> (consulta realizada en julio de 2013).
- US Department of Commerce (2007), “NAICS 2007”, US Census Bureau [Oficina de Censos del Departamento de Comercio de EU], en: <[www.census.gov/cgi-bin/sssd/naics/naicsrch?chart=2007](http://www.census.gov/cgi-bin/sssd/naics/naicsrch?chart=2007)>.





**Comisión para la Cooperación Ambiental**

393 rue St-Jacques ouest, bureau 200  
Montreal (Quebec), Canadá H2Y 1N9  
t (514) 350-4300 f (514) 350-4314  
info@cec.org / www.cec.org