
medio ambiente y desarrollo

Evolución de las emisiones
industriales potenciales en
América Latina, 1970-2000

Laura Ortiz Malavasi

Andrés Ricardo Schuschny

Gilberto C. Gallopín



**División de Desarrollo Sostenible y
Asentamientos Humanos**

Santiago de Chile, febrero del 2005

Este documento fue preparado por Gilberto Gallopín, Asesor Regional de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Laura Ortiz y Andrés Ricardo Schuschny, consultores de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, en el marco del proyecto “Evaluación de la Sostenibilidad en América Latina y el Caribe”/NET 056 y NET 063, que contó con el apoyo financiero del Gobierno de los Países Bajos. Este trabajo es uno de los productos del proyecto. Los autores agradecen el apoyo y comentarios de Hernán Dopazo y Giovanni Stumpo.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN impreso 1564-4189

ISSN electrónico 1680-8886

ISBN: 92-1-322661-6

LC/L.2271-P

N° de venta: S.05.II.G.24

Copyright © Naciones Unidas, febrero del 2005. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Índice

| | |
|--|----|
| Resumen | 7 |
| Introducción | 9 |
| I. Metodología | 13 |
| 1. Descripción del modelo IPPS | 13 |
| 2. Clasificación de los sectores industriales | 16 |
| 3. Estimación indirecta de las emisiones industriales potenciales de contaminación | 18 |
| II. Resultados obtenidos | 23 |
| 1. Descripción de la tendencia de las emisiones industriales potenciales, entre 1970 y 2000..... | 23 |
| 2. Evolución de las tendencias de las emisiones potenciales estimadas de tóxicos totales (TT)..... | 24 |
| 3. Evolución de las tendencias de las emisiones potenciales estimadas de metales totales (MT) | 26 |
| 4. Evolución de las tendencias por tipo de contaminantes específicos | 27 |
| 5. Principales sesgos en la evolución de las emisiones y riesgos potenciales | 30 |
| III. Conclusiones | 39 |
| Bibliografía | 41 |
| Anexos | 43 |
| Anexo 1: Cuadros estadísticos | 45 |
| Anexo 2: Gráficos | 49 |
| Serie Medio ambiente y desarrollo: números publicados .. | 63 |

Índice de cuadros

| | | |
|----------|---|----|
| Cuadro 1 | Sectores industriales “Más contaminantes” por categorías de contaminación | 18 |
| Cuadro 2 | Media geométrica, incremento porcentual medio anual y coeficiente de variación de las emisiones potenciales estimadas por tipo de industrias y contaminantes industriales de tóxicos totales de las décadas de 70 al 2000 | 25 |
| Cuadro 3 | Media geométrica, incremento porcentual medio anual y coeficiente de variación de las emisiones potenciales estimadas por tipo de industrias y contaminantes industriales de metales totales décadas del 70 al 2000..... | 27 |
| Cuadro 4 | Media geométrica, incremento porcentual medio anual y coeficiente de variación de las emisiones potenciales estimadas por tipo de industrias y contaminantes industriales de sólidos al aire (TSP) décadas del 70 al 2000 | 28 |
| Cuadro 5 | Media geométrica, incremento porcentual medio anual y coeficiente de variación de las emisiones potenciales estimadas por tipo de industrias y contaminantes industriales de sólidos al agua (TSS) décadas del 70 al 2000..... | 30 |
| Cuadro 6 | Tipo de tendencias estimadas de emisiones industriales potenciales en el caso de tóxicos totales y sesgos estimados, por tipo de industrias, durante el período de 1970 al 2000 | 35 |
| Cuadro 7 | Tipo de tendencias estimadas de emisiones industriales potenciales en el caso de metales totales y sesgos estimados, por tipo de industrias, durante el período de 1970 al 2000 | 36 |
| Cuadro 8 | Tipo de tendencias estimadas de emisiones industriales potenciales en el caso de sólidos al aire y sesgos estimados, por tipo de industrias, durante el período de 1970 al 2000 | 37 |
| Cuadro 9 | Tipo de tendencias estimadas de emisiones industriales potenciales en el caso de sólidos al agua y sesgos estimados, por tipo de industrias, durante el período de 1970 al 2000 | 38 |

Índice de gráficos

| | | |
|-----------|---|----|
| Gráfico 1 | Diferencia relativa (Δ) entre los niveles de crecimiento medio de emisiones anuales estimadas de tóxicos totales de los sectores “más contaminantes” y “resto de sectores” industriales, décadas de 1970 al 2000 | 32 |
| Gráfico 2 | Diferencia relativa (Δ) entre los niveles de crecimiento medio de emisiones anuales estimadas de metales totales de los sectores “más contaminantes” y “resto de sectores” industriales, décadas de 1970 al 2000..... | 32 |
| Gráfico 3 | Diferencia relativa (Δ) entre los niveles de crecimiento medio de emisiones anuales estimadas de sólidos al aire de los sectores “más contaminantes” y “resto de sectores” industriales, décadas de 1970 al 2000..... | 33 |
| Gráfico 4 | Diferencia relativa (Δ) entre los niveles de crecimiento medio de emisiones anuales estimadas de sólidos al agua de los sectores “más contaminantes” y “resto de sectores” industriales, décadas de 1970 al 2000..... | 33 |
| Gráfico 5 | Diferencia relativa entre las variaciones relativas de emisiones anuales estimadas de tóxicos totales de los sectores “más contaminantes” y “resto de sectores” industriales, décadas de 1970 al 2000 | 35 |
| Gráfico 6 | Diferencia relativa entre las variaciones relativas de emisiones anuales estimadas de metales totales de los sectores “más contaminantes” y “resto de sectores” industriales, décadas de 1970 al 2000 | 36 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Gráfico 7 | Diferencia relativa entre las variaciones relativas de emisiones anuales estimadas de sólidos al aire de los sectores “más contaminantes” y “resto de sectores” industriales, décadas de 1970 al 2000..... | 37 |
| Gráfico 8 | Diferencia relativa entre las variaciones relativas de emisiones anuales estimadas de sólidos al agua de los sectores “más contaminantes” y “resto de sectores” industriales, décadas de 1970 al 2000..... | 38 |

Anexos

Anexo 1: Cuadros Estadísticos

| | | |
|------------|--|----|
| Cuadro 1.a | Resultado del análisis de componentes principales de los indicadores de emisiones del sistema IPPS según área de contaminación, 28 Sectores industriales (CIU, Revisión 2, a 3 dígitos)..... | 45 |
| Cuadro 2.a | Factores de emisión según de modelo IPPS..... | 46 |
| Cuadro 3.a | Estimación indirecta del volumen de emisiones potenciales para la categoría de contaminación, metales totales, por tipo de industrias (Ejemplos para Ecuador, Costa Rica y Colombia)..... | 47 |
| Cuadro 4.a | Análisis de la tendencia del volumen estimado de emisiones potenciales de metales totales por tipo de industrias. ejemplos para Ecuador, Costa Rica y Colombia | 48 |

Anexo 2: Gráficos

| | | |
|--------------|---|----|
| Gráfico 1.a | México: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1972-1997 | 49 |
| Gráfico 2.a | Chile: Evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1970-1995 | 50 |
| Gráfico 3.a | Costa Rica: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1972-1991 | 51 |
| Gráfico 4.a | Colombia: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1971-1996 | 52 |
| Gráfico 5.a | Venezuela: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante:1972-1997 | 53 |
| Gráfico 6.a | Uruguay: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1973-1994 | 54 |
| Gráfico 7.a | Argentina: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante:1972-1997 | 55 |
| Gráfico 8.a | Brasil: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1971-1995 | 56 |
| Gráfico 9.a | Panamá: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante:1972-1990 | 57 |
| Gráfico 10.a | Nicaragua: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1972-1983 | 58 |
| Gráfico 11.a | Perú: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1971-1993 | 59 |
| Gráfico 12.a | Guatemala: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1970-1985 | 60 |
| Gráfico 13.a | Bolivia: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1972-1990 | 61 |
| Gráfico 14.a | Ecuador: evolución de las estimaciones de emisiones industriales potenciales por tipo de industria y contaminante: 1970-1990 | 62 |

Resumen

En este trabajo se describe la evolución potencial de la contaminación ambiental por sector industrial, de 14 países latinoamericanos entre las décadas del 70 al 2000. El estudio considera dos agregaciones de contaminantes (tóxicos totales y metales totales) y dos contaminantes específicos para el agua y para el aire (sólidos al agua y sólidos al aire), y distingue, además, dos tipos de sectores industriales: el grupo de industrias “más contaminantes” y un grupo “residual” (“resto de industrias”) que excluye a las anteriores. Con apoyo de estas distinciones se estima las emisiones industriales potenciales para cada tipo de sector industrial y se compara a lo largo de tres décadas (1970 al 2000) la evolución de las cuatro categorías de emisiones de contaminantes industriales, con el fin, de explorar la existencia o no de un sesgo hacia la categoría de los sectores industriales “más contaminantes” y además, identificar en cada uno de países el riesgo de contaminación industrial a que potencialmente podrá estar expuesto.

La clasificación de las ramas industriales en industrias “más contaminantes” y “resto de industrias”, se basa en los coeficientes de emisiones del Sistema de Proyección de Contaminación Industrial (IPPS)¹ desarrollado por el Banco Mundial (1998), el que permite estimar el volumen potencial de sustancias contaminantes emitidas por sectores industriales codificados en el Sistema Standard de Clasificación Industrial (CIU REV.2).

A partir de la medición de emisiones de toneladas de contaminantes por cada millón de dólares del valor bruto de la

¹ Del inglés *Industrial Pollution Projection System*.

producción, del valor agregado, y de las toneladas de contaminantes por cada mil empleados estimadas por el sistema IPPS, este estudio realiza una clasificación de los sectores industriales, con apoyo de un análisis multivariable, en dos grupos: los sectores “más contaminantes” y el “resto de sectores”.

Las estimaciones de volumen de emisiones potenciales (millones de toneladas de contaminantes) por país se obtienen de manera indirecta a partir de los coeficientes de emisión (cantidad de contaminantes por cada millón de dólares producidos) del modelo IPPS y los datos sobre el valor de la producción de la actividad industrial registrada en cada uno de los 14 países latinoamericanos. La aplicación de este método de estimación indirecta de emisiones industriales ha sido desarrollada por el Banco Mundial (1998), como modelo de estimación de emisiones potenciales para países donde no se cuenta con datos del volumen de emisiones por sector industrial, pero sí cuentan, con estadísticas económicas regulares del valor bruto de la producción, del valor agregado, ó número de empleados.

La aplicación de la metodología IPPS a los países de América Latina que cuentan con datos de producción, por rama de actividad, permitió estimar los volúmenes de emisiones potenciales para el grupo de industrias “más contaminantes” y el “resto de sectores”, y generar, en cada caso, series de datos de emisiones estimadas según diferentes tipos de contaminación (tóxicos totales, metales totales, partículas sólidas en el agua (TSS) y al aire (TSP)) para el período comprendido entre 1970 y 2000.

Las estimaciones de emisiones que proporciona esta metodología corresponden a volúmenes mínimos de emisiones (de acuerdo a lo observado en los Estados Unidos), y para su aplicación a América Latina se utilizó, como variable auxiliar o de referencia, el valor de la producción (toneladas de contaminantes por cada millón de dólares).

A través de la descripción de la evolución de la tendencia temporal de estas dos series de datos –por categorías de contaminantes– se evalúa la existencia de un sesgo, hacia la categoría de los sectores industriales “más contaminantes” y los riesgos potenciales de contaminación en cada país.

Introducción

La evolución y el comportamiento de las emisiones industriales de contaminantes en las dos últimas décadas ha sido un aspecto de particular interés para los gobiernos de todos los países de América Latina, que de manera generalizada en este período han promovido con diferente intensidad políticas específicas destinadas a mejorar la calidad del medio ambiente en sus países en un escenario de importantes reformas económicas, liberación comercial e inversión extranjera en los años 80 y 90.

Un tema central en la discusión son las diferencias entre sectores industriales, en cuanto al volumen, tipo y niveles de toxicidad de las emisiones que generan, en contraste, a un desempeño desigual en la conducta ambiental de las industrias asociado a los costos y eficiencia de la producción, que responden en gran medida a diferencias tecnológicas, y al peso de los sectores en la composición del PIB industrial y de las exportaciones. La conjunción de todos estos aspectos conforma, en cada país, patrones y dinámicas particulares de evolución de las emisiones industriales, que deben ser abordadas para su estudio de manera integral, considerando tanto aspectos relativos a la política económica, y ambiental, como al desarrollo tecnológico del sector industrial de cada país. Existen algunas investigaciones que exploran la relación entre los aumentos en las emisiones de contaminantes y los cambios en el escenario económico latinoamericano. Ejemplos de éstas en América Latina son la de Schatan (1999), Aroche Reyes (2000), y la de Dasgupta, Lucas y Wheeler (1998). En estos trabajos se analiza la relación entre el aumento de la contaminación por sector industrial, los cambios en la composición industrial sectorial y las exportaciones para períodos de tiempo específicos (antes y después de la liberación económica).

A diferencia de estos estudios, el interés del presente trabajo es estimar y describir la tendencia temporal de las emisiones, para los sectores industriales más contaminantes con respecto a los demás, con el propósito de evaluar la evolución relativa de las emisiones industriales de contaminantes vertidos al agua, aire y suelo. La descripción de estos comportamientos es un insumo importante para evaluar a lo largo del tiempo las respuestas (tendencias) globales de un proceso en sí altamente complejo y, asimismo, constituye un instrumento para priorizar áreas y procesos industriales con riesgos potenciales crecientes.

Desde un punto de vista metodológico, el análisis del estado de las emisiones en muchos países en desarrollo, sea con fines explicativos o de análisis de la evolución de tendencias, enfrenta el problema de la falta de mediciones confiables y oportunas de la emisión de contaminantes por sector industrial y tipo de contaminante, lo que ha imposibilitado la identificación de las ramas industriales “más contaminantes” en los países. Si bien se han realizado algunas experiencias de medición directa de intensidades de emisión de contaminación industrial en países en desarrollo, como por ejemplo en México (Aguayo y otros, 2001), éstas se encuentran aún en una etapa incipiente de desarrollo, no incluyen un gran rango de sustancias contaminantes y no están exentas de críticas metodológicas.

La ausencia de estos datos ha estimulado el desarrollo de metodologías para la estimación indirecta de los niveles de contaminación en los diferentes sectores industriales. Un método de estimación indirecta de emisiones por sector industrial ampliamente utilizado, es el propuesto por el Banco Mundial (Hettige y otros, 1994). Este sistema denominado comúnmente como IPPS² (Sistema de Proyección de Contaminación Industrial) es empleado como sistema modelo de estimación en países donde no se cuenta con la información de la cantidad de emisiones producidas por sus industrias. Este método, bajo el supuesto de que la contaminación industrial se encuentra estrechamente asociada a la escala de la actividad industrial, propone estimar el total de emisiones de un sector, para el cual no se dispone de mediciones, a través de la corrección de los factores o coeficientes de emisión “estándares” del modelo IPPS relativos a los parámetros de la actividad industrial (valor bruto de producción, valor agregado de la producción y número de empleados). Para la aplicación del método en un país particular, se requiere, en primera instancia, elegir uno de los parámetros de la actividad industrial, que servirá como variable auxiliar o de referencia, para, luego, corregir los factores o coeficientes correspondientes del modelo IPPS de acuerdo a los valores de dicha variable auxiliar del país y sector objeto de estimación.

La robustez de las estimaciones que se obtienen a partir de los coeficientes de emisión IPPS está sujeta, por tanto, a la elección de la variable auxiliar o de referencia, que mejor refleja la escala de la actividad económica de las ramas industriales (valor bruto de producción, valor agregado de la producción y número de empleados). Estas estimaciones, además, pueden estar sub o sobre estimadas, debido a la brecha entre los estándares tecnológicos de Estados Unidos (de cuyos datos se estiman el modelo de IPPS) y los del país bajo estudio. Estos aspectos advierten acerca de la necesidad de valorar cuidadosamente la elección de las variables de referencia de la actividad económica de acuerdo a las características de las unidades de aplicación (sectores industriales en países, regiones, zonas urbanas, etc.).

En América Latina existen falencias importantes en los datos de emisiones ya que, por lo general, el escaso desarrollo de la institucionalidad ambiental se acompaña de carencia de mediciones periódicas y de buena calidad. El uso de estimaciones indirectas a partir del modelo IPPS ha sido una alternativa utilizada, pero acerca de su aplicación existe un debate en relación a la pertinencia (Aguayo y otros, 2001) de su uso para la clasificación de los sectores industriales según intensidad de su contaminación y sobre la sensibilidad de las estimaciones de emisiones a partir del valor del volumen de producción frente al uso del número de empleados del sector industrial.

² Del inglés, *Industrial Pollution Projection System*. Véase: Hettige y otros (1994) en <http://www.worldbank.org/nipr/polmod.htm>

Experiencias de aplicación del modelo en algunos países, como el de Laplante y Smits (1998) en Indonesia (1994) confirman efectivamente que las estimaciones del IPPS pueden subestimar las emisiones, al comparar los resultados con algunos datos empíricos, lo que se explica por el uso de tecnología menos eficiente en el control de las emisiones que las usadas en Estados Unidos, pero al mismo tiempo se valora la utilidad de las estimaciones indirectas a partir del modelo IPPS, en ausencia de otros datos, para proveer a los reguladores de política de información que pueda ser usada para priorizar los esfuerzos de monitoreo y focalizar los recursos de manera más eficiente para el control de la contaminación ambiental.

Las diferencias entre niveles de producción, así como en las brechas tecnológicas entre un país en estudio y los Estados Unidos, conduce indudablemente a que las estimaciones de valores absolutos de las emisiones, que se derivan del modelo IPPS, no sean comparables y estén necesariamente sujetas a márgenes de error importantes. Sin embargo, bajo el supuesto de que estos niveles son similares en todos los sectores industriales, las diferencias relativas entre las emisiones según sector industrial, no se verían afectadas, lo que refuerza la utilidad de la metodología IPPS como una alternativa para contar con datos estimados de bajo costo para identificar los sectores industriales potencialmente más contaminantes, y particularmente si estos crecen más rápido, igual o menos lento que el resto de sectores. Adicionalmente, si las diferencias en los niveles de producción y perfiles tecnológicos se mantienen en el tiempo la aplicación de la metodología IPPS permitiría estudiar de manera comparativa, la evolución de las tendencias de las emisiones contaminantes industriales según sectores industriales con el fin de identificar escenarios de riesgos potenciales y emergentes.

En el presente trabajo se realiza una aplicación del modelo IPPS para explorar la utilidad de la metodología en algunos de los tópicos antes mencionados. Como parte del trabajo se obtienen estimaciones del volumen de emisiones y se describe la evolución potencial de la contaminación ambiental entre sectores industriales y tipo de contaminantes de 14 países latinoamericanos en las décadas del 70 al 2000 y a partir de estos datos se señalan en cada país escenarios de riesgos potenciales y emergentes.

La selección de los países obedece a la disponibilidad de estadísticas auxiliares comparables de la actividad industrial, que se han obtenido del sistema computacional organizado por el Programa de Análisis de la Dinámica Industrial (PADI)³.

La estimación de emisiones potenciales de los 14 países se realiza para los 28 sectores industriales correspondientes al Sistema Standard de Clasificación Industrial (CIU Rev. 2) a tres dígitos, para luego distinguir entre estos, a los sectores “más contaminantes”. En este contexto, se ofrece una alternativa de clasificación de los sectores industriales de acuerdo a la intensidad de sus emisiones y una breve discusión conceptual acerca de la pertinencia de utilizar como variable de referencia para las estimaciones indirectas el valor del volumen de la producción.

El estudio considera cuatro diferentes categorías de contaminación: tóxicos totales, metales totales, partículas sólidas en el agua (TSS) y al aire (TSP) y distingue en cada caso el grupo de industrias “más contaminantes” y el “resto de industrias”, que agrupa a las industrias con aportes de emisiones menores.

Los tóxicos totales y metales totales agrupan el total de sustancias de cada categoría de contaminación que emiten las industrias al agua, al aire y al suelo, y las categorías de contaminación TSS y TSP corresponden a emisiones específicas al agua y al aire, respectivamente no incluidas necesariamente en las dos categorías anteriores. Si bien las categorías elegidas no incluyen a todas las emisiones de contaminantes asociadas a los procesos industriales, constituyen una parte sustantiva de las mismas.

³ El sistema PADI es administrado por la Unidad de Industria y Desarrollo Tecnológico, perteneciente a la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL, Naciones Unidas.

Con apoyo de las distinciones anteriores, este trabajo ofrece un conjunto de gráficos que permiten evaluar el crecimiento de la tendencia de las emisiones (de las cuatro categorías de emisión de contaminantes) entre 1970 y 2000, para cada uno de los 14 países latinoamericanos. El examen de estos datos permite describir la tendencia y peso de las emisiones de los sectores clasificados como “más contaminantes” en relación al resto de sectores, y de los riesgos potenciales y emergentes en cada uno de los catorce países.

I. Metodología

El desarrollo del trabajo comprende tres etapas: (1) La clasificación de las ramas de actividad de acuerdo a la intensidad de sus emisiones para cuatro distintas categorías de contaminantes (tóxicos totales, metales totales, TSS –sólidos suspendidos totales– en agua, TSP –partículas suspendidas totales– en aire); (2) la estimación indirecta de las emisiones por categorías de contaminantes y tipo de industrias (“más contaminantes” y “resto de industrias”) y (3) finalmente la descripción comparativa de sus tendencias.

Para clasificar las ramas de actividad, se utilizó como referencia los factores o coeficientes de emisión del Modelo IPPS por sector industrial. Para obtener, las estimaciones de los volúmenes de emisiones por sector industrial en cada uno de los países, se empleó como modelo de referencia los coeficientes de emisión relativos al valor bruto de la producción. Los datos de esta variable, que denominamos auxiliar, se obtuvieron de la base de datos del Programa de Análisis de la Dinámica Industrial (PADI) de la CEPAL, la que reúne información sobre la estructura industrial de los países latinoamericanos.

1. Descripción del Modelo IPPS

El IPPS es un sistema de modelación, que combina datos de la actividad industrial –producción y empleo– con datos sobre las emisiones de contaminantes para calcular los factores de intensidad de contaminación (es decir el nivel de emisiones contaminantes de cada rama de actividad industrial). Las intensidades de contaminación de

este modelo fueron calculadas con datos disponibles en Estados Unidos (EEUU) del Censo Manufacturero y de la Agencia de Protección Ambiental (EPA).⁴ El Censo Manufacturero mantiene una base de datos conocida como “Base de datos de investigación longitudinal” (LRD)⁵ que contiene información del Censo Manufacturero (CM) y de la Encuesta Anual de Manufactureros (ASM). Mientras que el CM contiene información acerca de todos los establecimientos manufactureros en los EEUU, la ASM provee información más detallada sobre un subconjunto de estos establecimientos. Una vez seleccionado un establecimiento en la encuesta ASM, se recolecta información de esta compañía una vez al año durante 5 años. La LRD así contiene información detallada de aproximadamente 200 mil industrias.

La EPA mantiene bases de datos sobre emisiones contaminantes al aire, agua y tierra para aproximadamente 20.000 plantas en EEUU. Estas incluyen el Inventario de Emisiones de Tóxicos (TRI), el Sistema de Información Aerométrica (AIRS), el Sistema Nacional de Eliminación Contaminante (NPDES), y la Base de Datos de Salud Humana y Ecotoxicidad (HHED). Todas estas bases de datos han sido usadas para el cálculo de las intensidades de contaminación. Al combinar la base LRD con las bases de EPA, ha sido posible calcular los factores de intensidad de contaminación para aproximadamente 20 mil industrias.

En su versión actual el IPPS dispone de 16 coeficientes ó factores (f_{ij}) de intensidad de contaminación. Estos coeficientes se organizan en cuatro conjuntos de sustancias: total de sustancias tóxicas, metales totales, contaminantes del agua y contaminantes del aire. Las tóxicas y el subgrupo metales totales se subdividen en categorías de acuerdo al medio en donde se emiten (agua, aire y tierra) y una categoría que corresponde al total. Las dos agrupaciones restantes corresponden a sustancias emitidas al agua (BOD y TSS) y al aire (SO_2 , NO_2 , CO , VOC , $PM-10$ y TSP)⁶ respectivamente. Estos coeficientes o factores, son valores estándares de contaminante, que se expresan como el cociente de la contaminación producida por unidad de actividad industrial de tres parámetros, el valor bruto de la producción (millones de US\$) el valor agregado (millones de US\$) y el número de empleados de cada industria codificada a cuatro y a tres dígitos según en el Sistema Standard de Clasificación Industrial (CIU REV.2).

La aplicación del modelo IPPS, como método de estimación indirecta consiste en tomar como modelo de referencia los coeficientes emisiones de dicho modelo, elegir de entre estos, los relativos a un parámetro de la actividad económica (valor bruto de producción, valor agregado de la producción y número de empleados), para luego, a partir de estos y con apoyo de información auxiliar o de referencia sobre

⁴ Del inglés, *Environment Projection Agency*. Esta base se nutre del Inventario de Sustancias Tóxicas Liberadas (*TRI, Toxic Release Inventory*), del Sistema de Recuperación de Información Aerométrica (*AIRS, Aerometric Information Retrieval System*), del Sistema Nacional de Eliminación de Descarga de Residuos (*NPDES, National Pollutant Discharge Elimination System*) y de la Base de Datos de Salud Humana y Ecotoxicidad (*HHED, Human Health and Ecotoxicity Database*) de USA. El TRI contiene información de las emisiones anuales de más de 300 sustancias tóxicas liberadas al aire, tierra y agua para aproximadamente 20.000 industrias registradas en 1987. AIRS es la base de datos nacional de USA para la calidad del aire ambiental, emisiones y compilación de datos. Los datos utilizados de esta base son los de 1984. NPDES contiene datos tomados por el mismo organismo de las descargas de residuos tóxicos al agua aportados por las industrias. Los datos más completos y utilizados son los de 1987. HHED contiene información acerca de sustancias de potencial toxicológico. Ninguna de estas sustancias por sí misma es suficiente como indicador relevante de riesgo, por lo que se construyen índices de toxicidad para diferentes grupos de sustancias tóxicas cuyos valores límites o umbrales son evaluados.

⁵ Del inglés, *Longitudinal Research Database*. Esta base se nutre del Censo Industrial (*CM, Census of Manufactures*) y de la Inspección Anual de Industrias (*ASM, Annual Survey Manufactures*) de USA desde 1972 a 1989. CM contiene datos de todos los establecimientos industriales clasificados de acuerdo al Sistema Standard de Clasificación Industrial (*SIC, Standard Industrial Classification System*) de 7 dígitos. Esta base de datos cuenta con la cantidad producida por cada industria, la cantidad del producto enviado en fletes y el valor del producto enviado en fletes. La serie temporal cubre los años 1963, 1967, 1972, 1977, 1982 y 1987. ASM contiene información de una muestra de aprox. 5000 establecimientos escogidos al azar luego de cada censo nacional industrial que colecta datos económicos durante 5 años seguidos. Esta base de datos cuenta con salarios, costo de los materiales, energía utilizada, valor agregado total y gastos en capital a un nivel de agregación de 4 y 5 dígitos del SIC.

⁶ SO_2 : dióxido de azufre, NO_2 : dióxido de nitrógeno, CO : monóxido de carbono, VOC : compuestos volátiles orgánicos, $PM-10$: particular finas menores a 10 micrones, TSP : partículas totales en suspensión.

parámetro elegido, estimar los volúmenes de emisión de sustancias contaminantes (E_{ij})⁷ de una rama de actividad industrial, para la que se dispone, únicamente de los datos auxiliares o de referencia del parámetro.

La aplicación de este método de estimación indirecta de emisiones industriales ha sido desarrollada por el Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) como sistema modelo de estimación de emisiones para países donde no se cuenta con datos del volumen de emisiones por sector industrial, pero si cuentan, con estadísticas económicas regulares de valor bruto de la producción (en millones de US\$), valor agregado (en millones de US\$), número de empleados, etc.

La metodología permite obtener diferentes proxis que dan cuenta del nivel de contaminación que producen diferentes sectores industriales en un país cuyo esfuerzo en la toma de muestras de emisiones de contaminantes es escaso o nulo y además valorar en cada uno de los sectores el comportamiento de diferentes tipos emisiones al aire (gases, sustancias y material particulado) y efluentes al agua (materia orgánica, concentración de sustancias químicas y otras partículas disueltas en el agua).

El supuesto base que sustenta este método de medición indirecta es que el volumen de emisiones de un sector industrial en particular es proporcional a la escala de actividad industrial medida a través del valor bruto y agregado de la producción, o el número de empleados. Esta dependencia del volumen de emisiones de la escala de actividad industrial permite establecer valores estándares o coeficientes de emisión de sustancias químicas, gases y material particulado al agua, aire y al suelo, de cada tipo de industria, y a partir de estos, obtener niveles agregados por sector industrial de toneladas de contaminantes.

La validez de la estimación indirecta de emisiones a partir de los coeficientes (f_{ij}) está sujeta a las diferencias tecnológicas de los procesos industriales que subyacen en el modelo de comparación (“valores estándares” basados en la actividad industrial de EEUU) y los del país objeto de la estimación, así como a la elección del factor de corrección, que dependerá de la variable de referencia elegida.

En relación a la brecha tecnológica es posible prever en base a evaluaciones empíricas (Laplante y Smits, 1998) que existen diferencias tecnológicas por sector industrial que explican las diferencias entre los parámetros del Modelo IPPS y los respectivos empíricos en los países en desarrollo. Y, por consiguiente, las estimaciones que se logren obtener para un país en particular son estimaciones mínimas y proporcionales a la relación entre el valor del parámetro de referencia elegido del Modelo IPPS y la respectiva variable auxiliar o de referencia del sector industrial para el que se desea obtener la estimación de emisiones. Por otra parte, el método tampoco contempla las posibles mejoras tecnológicas que pueden ir siendo adoptadas por los países en el tiempo, lo que influiría en una reducción general de los coeficientes de emisión respecto a los medidos en EEUU en 1987.

La ecuación a partir de la cual se estiman las emisiones tiene la siguiente expresión:

$$E_{ij} = f_{ij} \cdot v_i$$

f_{ij} : toneladas de contaminante por unidad de actividad industrial para la rama de actividad i y el contaminante j,

v_i : variable de referencia de la actividad económica para la rama de actividad i en un determinado país,

E_{ij} : toneladas de contaminantes emitidas estimadas para la rama de actividad i y el nivel de contaminante j en un determinado país.

⁷ Libras emitidas por millón de dólares norteamericanos de 1987 en el caso en que se utilice el valor bruto de la producción o el valor agregado y libras emitidas por cada mil empleado, con datos de empleo. Hemos transformado los valores a toneladas métricas.

De acuerdo a los proponentes de la metodología del IPPS, la variable de referencia más apropiada para obtener mediciones indirectas de emisiones de las industrias, es el volumen de producción en unidades físicas. Sin embargo, los mismos autores señalan que el uso de este referente es limitado ya que los establecimientos dentro de una rama industrial frecuentemente utilizan escalas de medida diferentes, lo que no permite hacer agregaciones entre las industrias y obliga necesariamente con fines comparativos, a valorizar económicamente el volumen bruto de la producción. Este procedimiento introduce en el método de estimación indirecta propuesto por la IPPS factores externos ligados directamente a cambios en la estructura económica, régimen cambiario y el nivel de precios tanto de los insumos como de la producción a lo largo del tiempo que deben ser considerados. Otra opción comúnmente utilizada es basar las estimaciones en el número de empleados de la planta como unidad de referencia del tamaño de la actividad económica, lo cual tampoco esta exento de efectos externos asociados a cambios temporales, tanto tecnológicos como en la estructura del empleo, los niveles salariales y los niveles de informalidad, que pueden afectar la dinámica del mercado laboral.

En Estados Unidos, Hettige y otros (1995) mostraron que el valor de la producción en millones de dólares, y el número de empleados por unidad de contaminante, generaban ranqueos equivalentes de los sectores industriales en lo que se refiere a la carga de contaminación. Esta peculiaridad, de gran utilidad para focalizar políticas en un mismo país, no necesariamente es transferible a las estimaciones indirectas de los niveles de emisiones de contaminantes en países con diferentes características macroeconómicas y de desarrollo tecnológico, siendo en éstos contextos, en los que la discusión metodológica acerca de la elección de la variable de referencia, estaría estrechamente ligada a las características “contextuales” tanto económicas como tecnológicas, de las unidades de producción o países para los que se requiera de mediciones comparativas de emisiones de contaminantes.

Es importante, finalmente tener en cuenta que las series cronológicas de estimaciones indirectas de emisiones son útiles como referente para la comparación relativa de la evolución de las emisiones por sector industrial y más aún si se considera diferentes tipos de contaminantes, pero los valores en si, de tales estimaciones en términos absolutos pueden ciertamente alejarse de los niveles de emisiones reales por rama industrial en un determinado momento del tiempo.

2. Clasificación de los sectores industriales

Algunos estudios, como los de Laplante y Smits (1998) y Schatan (1999), con el objetivo de evaluar el comportamiento de las emisiones de contaminantes por sector industrial, donde se clasifican con distintos propósitos los sectores industriales de acuerdo a la intensidad de la carga de sus emisiones de contaminantes. En el estudio de Schatan (1999) por ejemplo, se ofrece una clasificación de los sectores en alta, media y baja toxicidad total de las emisiones, utilizando como referente el valor bruto de la producción.

En el contexto del presente trabajo la clasificación de los sectores industriales se realiza con fin de comparar los sectores que debido a sus procesos presentan cargas de emisión contaminante “más altas” con el “resto de sectores” y estudiar a partir de éstas, las diferencias en los crecimientos relativos para las cuatro categorías de contaminación: tóxicos totales, metales totales, TSP Aire, TSS Agua para 14 países latinoamericanos.

En cada categoría de contaminación la discriminación de los sectores industriales más contaminantes del resto, se realizó tomando los tres indicadores disponibles por la IPPS, que vinculan la carga de emisiones con la actividad productiva del modelo IPPS (f_{ij}) (toneladas de emisiones por cada millón de dólares norteamericanos de 1987) producidos (OUTPUT), toneladas

de emisiones por cada millón de dólares norteamericano de 1987 de valor agregado (VAP) y toneladas de emisiones por cada mil empleados). Al usar simultáneamente los tres parámetros para la clasificación, se buscó controlar el sesgo que sobre la clasificación pudiese introducir el uso de distintos parámetros en la jerarquización de los sectores industriales. Sin embargo, se pudo constatar que los tres indicadores, disponibles para los 28 sectores (codificados a 3 dígitos) que se consideran en el análisis, muestran en general concordancia en cuanto al nivel de emisiones por sector. Así, un sector con alta carga de emisiones en el indicador referido a la producción, lo es también si se considera el indicador de toneladas de emisiones respecto al valor agregado y el número de empleados.

Considerando la covariación entre los tres indicadores o coeficientes de emisiones, a través de un análisis de componentes principales se generó, para cada categoría de contaminación, un factor principal con una representación sustantiva de la variabilidad original de los tres indicadores, superior al 90 por ciento. Cada uno de los 28 sectores industriales tiene en este factor un puntaje, el cual se expresará como una combinación lineal de los tres factores de emisión iniciales. Los puntajes más altos corresponden a aquellos sectores con cargas altas de emisiones en los tres indicadores y los puntajes bajos a aquellos sectores con cargas bajas en los tres indicadores. Así, se consideró como sectores más contaminantes el 25 por ciento de los sectores con puntajes más altos (7 sectores industriales) en el nuevo factor reducido de los indicadores originales.

En el anexo 1, se presenta para cada categoría de contaminación (tóxicos totales, metales totales, partículas sólidas en el agua y al aire) los resultados del análisis de componentes principales. En el cuadro 1a del anexo 1 se resumen los sectores que corresponden al 25 por ciento de puntajes más altos para cada factor representativo y categoría de contaminante. Además a continuación en el cuadro 1, se puede apreciar que, considerando los cuatro tipos de contaminantes, hay 13 sectores que se clasifican como “más contaminantes”; de los cuales cuatro se encuentran simultáneamente en los cuatro tipos de contaminantes. Los sectores relacionados con la producción de caucho y metal clasifican como “más contaminantes” en la categoría de los metales pesados y los productos de madera y del carbón, lo son en la categoría de emisiones de material particulado al aire (TSP).

Cuadro 1

**SECTORES INDUSTRIALES “MÁS CONTAMINANTES” POR
CATEGORÍAS DE CONTAMINACIÓN**

| Sectores Industriales | Código CIU Rev. 2 | Tóxicos Totales | Metales Totales | TSP Aire | TSS Agua | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|---|
| Refinerías de petróleo | 353 | X | X | X | X | ④ |
| Hierro y acero | 371 | X | X | X | X | ④ |
| Metales no ferrosos | 372 | X | X | X | X | ④ |
| Papel y celulosa | 341 | X | | X | X | ③ |
| Industria química | 351 | X | X | | X | ③ |
| Productos de cuero | 323 | X | X | | | ② |
| Otros químicos | 352 | X | | | X | ② |
| Otros minerales no metálicos | 369 | | | X | | ① |
| Productos de madera | 331 | | | X | | ① |
| Petróleo y productos del carbón | 354 | | | X | | ① |
| Productos de caucho | 355 | | X | | | ① |
| Productos de metal | 381 | | X | | | ① |
| Otras manufacturas | 390 | | | | X | ① |

Fuente: Elaboración propia en base a Factores de Emisión, Banco Mundial, 1998 y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

3. Estimación indirecta de las emisiones industriales potenciales de contaminación

3.1 Datos de la actividad económica para países de América Latina

La fuente de información acerca de la actividad industrial en los países de la región ha sido tomada del PADI (Programa de Análisis de la Dinámica Industrial) desarrollado por la Unidad de Industria y Desarrollo Tecnológico, perteneciente a la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL, con la finalidad de estudiar la evolución de la estructura industrial de los países de América Latina y el Caribe.

Esta base incluye seis variables de la estructura industrial: empleo, valor bruto de la producción, valor agregado, salarios, exportaciones e importaciones. En la mayoría de los casos, las series históricas de datos cubren el período que va desde 1970 hasta el último año para el cual las estadísticas estén disponibles para cada país. Los datos de la base están organizados también de acuerdo a la “Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas”

(CIIU rev. 2) con una apertura de tres dígitos; representando un total de 28 grupos o ramas industriales.⁸

Es oportuno aclarar que los datos contenidos en la base se refieren únicamente a las actividades industriales registradas formalmente en los países de la región y al conjunto de las unidades productivas pequeñas, medianas y grandes. Con la finalidad de utilizar los datos recolectados en forma comparada, la Unidad de Industria de CEPAL ha elaborado un conjunto de deflatores industriales para las variables valor bruto de producción y valor agregado tomando como año base 1985 (US\$). Estos deflatores han sido preparados en algunos casos a partir de informaciones provenientes de los mismos institutos de estadística y, en otros casos, a partir de estudios *ad hoc* realizados tanto por la CEPAL, como por centros de investigaciones de la región.

3.2 Elección de la variable de referencia

Como se comentó anteriormente, el volumen físico de la producción es el parámetro más inmediato entre al proceso de producción y la generación de emisiones de contaminantes, pero lamentablemente este dato se registra en unidades de medida diferentes en los sectores industriales; lo que dificulta su comparación y agregación, y ha obligado a valorar otras alternativas de variables de referencia, incorporando a la discusión aspectos de índole económico y metodológicos; en relación a la comparación temporal y espacial de las variables de referencia en los países.

Desde un punto de vista metodológico, es recomendable que las variables de referencia del modelo IPPS y las auxiliares del país objeto de estimación sean comparables en su generación y se expresen en valores monetarios constantes. Desde esta perspectiva, tanto el valor bruto de producción como el valor agregado se obtienen a través de procedimientos estandarizados y, por lo general, se expresan en valores constantes gracias al uso de deflatores que eliminan el efecto inflacionario. Sin embargo, el valor agregado por rama de actividad, tal como lo registra el PADI es una variable que se obtiene a partir del valor bruto de la producción sustrayendo la producción de insumos intermedios. Este cálculo presupone un conocimiento más detallado aún del sistema industrial y, por lo tanto, su uso como variable auxiliar, introduciría en la estimación indirecta de las emisiones una posible fuente de error adicional. Este hecho señala al valor bruto de producción como un referente más “cercano” que el valor agregado, al dato original de las industrias y, por consiguiente, del resultado del proceso de producción, fuente de las emisiones que se desea cuantificar.

En relación al número de empleados, se puede observar que, en el contexto latinoamericano, la evolución de esta variable durante el período de análisis ha sido menos marcada que el valor bruto de la producción, dando lugar en forma combinada a un notable incremento de la productividad del factor trabajo. Estos cambios reflejan la sustitución entre los factores trabajo y capital debidos a los cambios tecnológicos que operaron durante dicho período. La presencia de este proceso de sustitución parcial puede agregar una fuente adicional de incertidumbre si se utilizara la variable empleo como parámetro de referencia en el cálculo de las emisiones contaminantes.

Si se toman en cuenta tanto las dificultades metodológicas, como las del contexto de aplicación, el valor bruto de la producción en valores constantes es una opción más natural y cercana al proceso de producción que la cantidad de empleados y, a la vez, más directa desde el

⁸ Las fuentes utilizadas para construir la base han sido, en la mayoría de los casos, los censos industriales y las encuestas industriales anuales que llevan adelante los institutos de estadística de los países considerados: el INDEC en Argentina, el IBGE en Brasil, el INE en Chile, el DANE en Colombia, el INEGI en México, el INEI en Perú, el OCEI en Venezuela. Adicionalmente han sido utilizadas (en algunos casos) fuentes adicionales como las Fichas Sectoriales elaboradas por el Centro de Estudios para la Producción (CEP) de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería de Argentina y el Boletín Estadístico Trimestral de la Cámara de Industrias del Uruguay.

punto de vista de su medición, frente al valor agregado de la producción, lo que lo señala como referente más adecuado para la comparación relativa de la evolución de las emisiones por sector industrial y tipos de contaminantes.

3.3 Procedimiento de estimación indirecta de las emisiones potenciales

Para cada sector industrial (i) se tomaron los coeficientes o factores de emisión (f_{ij}) de cada categoría de contaminación (j) del modelo IPPS, referidos al valor bruto de la producción (millones de dólares de 1987).

En el cuadro 2a del Anexo 1 se resumen los factores (f_{ij}) para los 28 sectores industriales y las cuatro categorías de contaminación. A partir de esta información, y a fin de estimar indirectamente para cada país las emisiones vertidas por año, por cada tipo de sector industrial, se obtuvo del Sistema de Información Industrial PADI el valor bruto de la producción, para cada uno de los 28 sectores para los años en que el sistema disponía de información en cada país. Los datos del PADI, con referencia temporal monetaria en dólares norteamericanos de 1985, se convirtieron a dólares de 1987,⁹ con el fin de equiparar su referencia monetaria, con la respectiva del Modelo IPPS (dólares norteamericanos de 1987), de manera tal, que al corregir los factores de emisión (f_{ij}) –toneladas de contaminante por cada millón de dólares producidos (US\$ de 1987) del Modelo IPPS– eliminar el efecto diferencial de las unidades monetarias.

La estimación indirecta de emisiones (E_{ijt}) se deriva a través de la siguiente relación:

$$E_{ijt} = f_{ij} \cdot v_{it} \text{ donde,}$$

f_{ij} : toneladas de contaminante por cada millón de dólares producidos (dólares de 1987) para el sector de actividad i y el contaminante j según el modelo IPPS.

v_{it} : valor bruto de la producción (millones de dólares de 1987) del sistema PADI del sector industrial i en el año t en un determinado país.

E_{ijt} : toneladas de contaminante emitidas estimadas para el sector de actividad i , para la categoría de contaminante j , en el año t en un determinado país.

Finalmente, la estimación total anual de toneladas de emisiones por categoría de contaminante (tóxicos totales, metales totales, partículas sólidas en el agua (TSS) y al aire (TSP)) para cada uno de los dos grupos de los sectores industriales –el grupo de los “más contaminantes” y el grupo resto de industrias– se obtuvo sumando las emisiones de los sectores que componen cada grupo. A modo de ejemplo, en el cuadro 3a del anexo 1 se presentan las estimaciones indirectas de emisiones de contaminantes para la categoría de contaminantes metales totales para Ecuador, Costa Rica y Colombia.

3.4 Método de análisis de tendencia: promedios móviles

La agregación de las emisiones estimadas en las categorías de industrias “más contaminantes” y el “resto de los sectores industriales” año, genera para cada uno de los 14 países dos series de datos anuales. Estas series de datos, al igual que muchas series temporales, presentan un movimiento de carácter general o tendencia y fluctuaciones cíclicas a los que se agrega un componente irregular asociado a efectos no sistemáticos o imprevisibles. La tendencia (dirección,

⁹ Utilizando el deflactor de actividad industrial calculado por el Bureau of Economic Analysis del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de Norteamérica, que establece la equivalencia: 1987 = 100 US\$, 1985 = 95,2 US\$.

creciente, estacionario o decreciente), que sigue en general una serie cronológica se puede analizar través de dos métodos generales, uno gráfico basado en promedios móviles y otro analítico o de ajuste de funciones (polinomios de distintos órdenes). Los ciclos corresponden a movimientos recurrentes con periodicidad mayor a un año; generalmente, estos movimientos son difíciles de aislar de la tendencia general de una serie, quedando incorporados en ésta.

Para evaluar la tendencia de las series de emisiones estimadas por tipo de contaminante, se ha utilizado el método gráfico de promedios móviles a 5 períodos. De esta forma se busca eliminar las variaciones accidentales y ciclos cortos, y la serie resultante describe la tendencia general de la serie.

La aplicación del método de medias móviles a las series de datos emisiones anuales consiste en derivar, a partir de las series de emisiones anuales (toneladas de contaminantes) de los sectores “más contaminante” y “resto de sectores” (E_{kjt})¹⁰, se derivan dos nuevas series de datos (E^z_{kj}) donde los nuevos componentes corresponden al promedio móvil de 5 años, centrados en un año z .

Para describir y comparar en términos relativos la tendencia-ciclo de los sectores industriales más contaminantes, con la respectiva del resto de sectores, se calcularon y graficaron índices simples con base en 1972 (primer año centrado de la media móvil de 5 años) para cada una de las series, evaluándose a continuación en cada caso la evolución de la tendencia como: ascendente, descendente, estacionario o mixto.

$$IE^z_{kj/72} = \frac{E_{kjt}}{E_{kj72}} \text{ donde,}$$

$IE_{kj/72}$: Índice de crecimiento de emisiones del año t respecto al año base 1972 de la categoría de contaminante j de la serie cronológica del sector industrial k .

E_{kjt} : toneladas de emisiones del año t de la categoría de contaminante j de la serie cronológica del sector industrial k .

E_{kj72} : toneladas de emisiones del año base 1972 de la categoría de contaminante j de la serie cronológica del sector industrial k .

En el cuadro 4a del anexo 1, se ilustra el método de medias móviles (MA) de 5 períodos y el cálculo de los índices de crecimiento para la categoría de contaminación metales totales para Ecuador, Costa Rica y Colombia. En la serie de los gráficos 1a al 14a del anexo 2, se ofrece para cada país, una descripción gráfica comparativa del crecimiento estimado de las emisiones industriales potenciales para los dos tipos de industrias.

Con apoyo de los gráficos es posible un acercamiento a tres aspectos de interés: la descripción de la evolución de las tendencias de emisiones industriales potenciales, la estimación de su crecimiento potencial en las últimas tres décadas, y la presencia de sesgos hacia los sectores más contaminantes.

En complemento al análisis gráfico, se analiza para cada serie indexada (“más contaminante” y “resto de industrias”), el crecimiento estimado de las emisiones industriales potenciales y su dispersión anual, tomándose como medida de referencia la media geométrica (MG), el incremento porcentual medio anual de cada serie¹¹ y los coeficientes de variación (CV) relativos a la misma como medida comparable, de la dispersión de los niveles anuales de crecimiento de las dos series (cuadros 3 a 6). La comparación de la variabilidad relativa del crecimiento de las series, permite identificar los sesgos (cuadro 7 a 10) de crecimiento hacia los sectores industriales más contaminantes y la posibilidad de evaluar de manera gruesa los potenciales riesgos de

¹⁰ Donde k corresponde al grupo de sectores “más contaminante” ó el grupo “resto de sectores”.

¹¹ El incremento porcentual medio anual se obtiene como: $(1-MG) * 100$.

contaminación y a partir de esto, de manera aproximada, contar con criterios de alerta para la gestión ambiental preventiva de la contaminación industrial.

II. Resultados obtenidos

1. Descripción de la tendencia de las estimaciones de emisiones industriales potenciales, entre 1970 y 2000

En las series de datos anuales de las emisiones potenciales estimadas por categoría de contaminante para los 14 países en estudio se observa en general, (con excepción de Bolivia y Ecuador) que la evolución de sus tendencias respecto a inicio de la década del setenta, ha sido de un crecimiento moderado o estacionario, acompañado en algunos países por leves movimientos asociados a efectos cíclicos de la actividad económica, que con distinta intensidad afectó los niveles de producción industrial en los países de la región, tanto en los sectores más contaminantes, como en los otros sectores industriales. En el caso de Bolivia y Ecuador, por el contrario, las series de datos anuales estimadas describen una evolución mixta (crecientes y decrecientes) en las tendencias de las emisiones estimadas (en todas las categorías de contaminantes) y señalan además cambios más significativos en la evolución de la tendencia de los sectores industriales “más contaminantes”.

En particular por categorías de contaminantes, las tendencias de las emisiones, muestran, respecto al inicio de la década del 70, características diferentes por tipo de industrias. Estas diferencias se observan, tanto en los niveles de crecimiento (MG), como en las dispersiones relativas anuales de estos (CV) (cuadros 3 a 6), lo que

indica que los riesgos de contaminación industrial por país se concentrarían en una o más de las categorías de contaminación consideradas. En los gráficos 1 a 14 del anexo 2, se ofrece una comparación de dichos patrones de crecimiento según categorías de contaminantes (tóxicos totales (TT), metales totales (MT), partículas sólidas en el agua (TSS) y al aire (TSP)), y a través de su análisis comparativo, se discute algunos elementos, que permiten identificar posibles focos potenciales de contaminación industrial en los 14 países considerados en el estudio.

2. Evolución de las tendencias de las emisiones potenciales estimadas de tóxicos totales (TT)

En relación a los tóxicos totales en países como México, Costa Rica, Colombia, Chile y Venezuela (gráficos 1a a 14a del anexo 2), las evoluciones de las tendencias de emisiones potenciales se estiman crecientes entre 1970 y el 2000, tanto en los sectores “más contaminantes” como en el resto de sectores industriales, pero diferenciales en los niveles respectivos de crecimiento medio.

En países como Costa Rica, México y Chile, el crecimiento sostenido, se presenta además, con variaciones relativas anuales (coeficientes de variación) muy similares en las series anuales de cada tipo de industrias, lo que señala que la contribución relativa del sector industrial “más contaminante” al total de emisiones estimadas de tóxicos, ha sido estable en el período, y que no describe por consiguiente, un sesgo creciente de las emisiones globales hacia los sectores que “más contaminan”.

En contraste a la tendencia estable en el crecimiento de México, Costa Rica y Chile, en Colombia y Venezuela (gráficos 4a y 5a del anexo 2) la evolución creciente de la tendencia de las industrias más contaminantes, presenta (según se observa en el cuadro 2) una mayor dispersión relativa, respecto al resto de sectores industriales, 32% y 19% para Colombia, y 59% y 31% para Venezuela, lo que señala, que si bien para Colombia y Venezuela la evolución de sus tendencias es creciente, la correspondiente al resto de sectores es una evolución más estable que la respectiva a las industrias “más contaminantes”, mostrando con esto un sesgo creciente de las emisiones industriales de tóxicos totales hacia los sectores más contaminantes como son las refinerías de petróleo, las industrias de hierro y acero, metales no ferrosos, papel y celulosa, la industria química, las industrias productoras de cuero y el sector definido como otros químicos (véase el cuadro 1).

Bolivia y Ecuador presentan evoluciones mixtas en las tendencias de emisiones estimadas. En Bolivia hasta los 80 la tendencia de las emisiones de tóxicos totales de los sectores industriales “más contaminantes” fue creciente alcanzando un nivel tres veces superior al de 1972. A partir del año 1980, este comportamiento se revirtió estabilizándose a un nivel medio anual de 1,5. Por su parte, la evolución de la tendencia de emisiones estimadas del resto de sectores industriales decreció suavemente, estabilizándose al final del período a un nivel de entre 0,5 y 0,8; como se puede apreciar en los gráficos 13a a 14a del Anexo 2. Al compararse en estos países la evolución de ambas tendencias –la de sectores “más contaminantes” y la del resto de sectores– tanto en nivel (MG) como en su variación relativa anual, se aprecia en promedio un sesgo creciente de las emisiones estimadas “más contaminantes”, que prevaleció hasta el año 1980, y se reduce paulatinamente hacia el final de la década de los noventa. Por ejemplo para Ecuador, la evolución de la tendencia fue creciente hasta 1980, con niveles y dispersiones relativas similares para ambos tipos de sectores industriales. Esta evolución a partir de ese año se separa, debido a un cambio decreciente más pronunciado de la tendencia estimada de emisiones del resto de sectores industriales, estimándose consecuentemente un sesgo de las emisiones estimadas totales hacia las industrias “más contaminantes”.

Para el resto de los 12 países, la evolución de tendencia de las estimaciones de emisiones de tóxicos totales presenta en su mayoría un patrón estacionario, con bajas variaciones relativas a lo largo del período (coeficientes de variación inferiores al 20 por ciento) que describen al mismo tiempo, como se pueden observar en los gráficos 6a a 12a del anexo 2, crecimientos estables y, consecuentemente, incrementos medios anuales muy inferiores a los estimados para países como Venezuela, Colombia y Costa Rica. Argentina y Perú presentan las mayores diferencias en los niveles de crecimiento de las tendencias de las emisiones de tóxicos totales, por tipo de industrias; para el resto de países las diferencias son menores, particularmente en Uruguay y Guatemala.

Adicionalmente, en este grupo de países, junto a la evolución estacionaria en sus tendencias se observa, en general, variaciones anuales bajas, tanto en los sectores industriales “más contaminantes” como en el resto de los sectores. Los coeficientes de variación respectivos no superan el 20 por ciento, por lo que la evolución de las tendencias son además de estacionarias, estables a lo largo del período y con sesgos de emisiones estimadas hacia los sectores “más contaminantes” poco relevantes, como el observado en Nicaragua y Brasil; que en promedio muestran a lo largo del período niveles y variaciones relativas mayores en las tendencias de emisiones estimadas de los sectores industriales “más contaminantes”.

Cuadro 2
MEDIA GEOMÉTRICA (MG), INCREMENTO PORCENTUAL MEDIO ANUAL Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LAS EMISIONES ESTIMADAS POR TIPO DE INDUSTRIAS Y CONTAMINANTES INDUSTRIALES POTENCIALES DE TÓXICOS TOTALES DÉCADAS DEL 70 AL 2000
(unidades numéricas)

| País | Sectores “más contaminantes” | | | “Resto de Sectores” | | | Total de Sectores | | |
|------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | Media geométrica (mg) | Coefficiente de variación (cv) | Incremento porcentual medio anual | Media geométrica (mg) | Coefficiente de variación (cv) | Incremento porcentual medio anual | Media geométrica (mg) | Coefficiente de variación (cv) | Incremento porcentual medio anual |
| Argentina | 1,22 | 0,12 | 21,60 | 0,92 | 0,10 | -7,70 | 1,15 | 0,09 | 14,90 |
| Bolivia | 2,09 | 0,45 | 109,42 | 0,83 | 0,40 | -16,70 | 1,79 | 0,42 | 78,95 |
| Brasil | 1,80 | 0,19 | 80,00 | 1,60 | 0,16 | 60,00 | 1,80 | 0,18 | 80,00 |
| Chile | 1,54 | 0,42 | 54,30 | 1,25 | 0,45 | 24,70 | 1,51 | 0,42 | 50,80 |
| Colombia | 1,90 | 0,32 | 90,00 | 1,50 | 0,19 | 50,00 | 1,80 | 0,30 | 80,00 |
| Costa Rica | 2,06 | 0,24 | 106,40 | 1,64 | 0,22 | 63,70 | 1,95 | 0,24 | 95,10 |
| Ecuador | 2,41 | 0,47 | 141,00 | 2,31 | 0,33 | 131,40 | 2,39 | 0,41 | 138,90 |
| Guatemala | 1,27 | 0,07 | 27,00 | 1,30 | 0,08 | 30,00 | 1,30 | 0,08 | 30,00 |
| México | 1,77 | 0,28 | 76,52 | 1,57 | 0,26 | 56,59 | 1,72 | 0,27 | 71,99 |
| Nicaragua | 1,29 | 0,17 | 28,90 | 1,06 | 0,07 | 5,70 | 1,25 | 0,16 | 25,00 |
| Panamá | 1,50 | 0,14 | 50,00 | 1,22 | 0,11 | 22,00 | 1,44 | 0,13 | 44,00 |
| Perú | 1,52 | 0,14 | 52,30 | 1,13 | 0,07 | 12,53 | 1,43 | 0,12 | 43,39 |
| Uruguay | 1,12 | 0,10 | 12,34 | 1,11 | 0,10 | 11,23 | 1,12 | 0,09 | 12,21 |
| Venezuela | 2,03 | 0,59 | 103,28 | 1,55 | 0,31 | 0,55 | 1,95 | 0,55 | 94,92 |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión, IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

3. Evolución de las tendencias de las emisiones potenciales estimadas de metales totales (MT)

Si consideramos el rubro de los metales totales, estrechamente asociado a las emisiones de sectores industriales como son las refinerías de petróleo, la industria de hierro y acero, metales no ferrosos, y la química, así como de producción de cueros, caucho y productos de metal, se puede apreciar en los gráficos 1a, 2a, 4a y 5a que México, Chile, Colombia y Venezuela, describen evoluciones con tendencias crecientes y similares a las de los tóxicos totales, tanto en los sectores “más contaminantes”, como en el resto de sectores, pero, con variaciones relativas de importancia en los respectivos niveles de crecimiento. Así, por ejemplo, el orden en los niveles de crecimiento de los sectores más contaminantes y el resto, se invierte en México, con un sesgo creciente de las emisiones de metales totales hacia el resto de sectores industriales, de manera tal, que es factible pensar que existe un foco potencial de contaminación por metales totales en el resto de sectores industriales y no en el respectivo al de sectores “más contaminantes”. Lo anterior se puede constatar numéricamente en el cuadro 2 y 3, en que para México el nivel estimado de crecimiento medio anual de la contaminación de tóxicos totales en los sectores “más contaminantes” es mayor que el de los metales totales (1,8 y 1,5 respectivamente) mientras que el correspondiente al total de tóxicos, del resto de sectores es inferior (1,6 y 1,8). Adicionalmente, las dispersiones relativas (CV) de las tendencias en la categoría de metales totales presentan mayores diferencias, que las respectivas en las emisiones de los tóxicos totales.

En contraste a México, en Venezuela la evolución creciente de la tendencia en los sectores “más contaminantes” presenta un nivel de crecimiento superior al de la contaminación por tóxicos totales, marcando así, un sesgo mayor de este tipo de contaminantes hacia los sectores industriales “más contaminantes”. Obsérvese en los cuadros 2 y 3 que para Venezuela el crecimiento medio anual de las emisiones estimadas de metales totales (3,0) es mayor que el estimado para la tendencia de los tóxicos totales (2,0) y las correspondientes dispersiones relativas (CV) por tipo de sector industrial presentan mayores diferencias (0,71 y 0,31). Lo que implica que el nivel de crecimiento se estima como particularmente alto en la emisión de metales por parte de los sectores industriales “más contaminantes” y mucho más pronunciado que en el caso de las emisiones de tóxicos totales.

En Colombia, a diferencia de las emisiones de tóxicos totales, la evolución de la tendencia y niveles de metales totales, no indican un sesgo creciente hacia los sectores “más contaminantes” y, por el contrario, se observa en esta categoría estabilidad temporal en la importancia relativa de este sector industrial. En Costa Rica por su parte, los sectores industriales “más contaminantes” presentan una evolución de la tendencia de las emisiones estimadas por metales totales decreciente, a partir de la década del 80, describiéndose un sesgo de las emisiones de metales totales hacia los sectores de menor contaminación a partir de ese año.

Para países como Bolivia y Ecuador, los patrones de evolución de las emisiones estimadas para la categoría de metales totales, son similares a los respectivos a tóxicos totales, aunque las emisiones de metales totales, se estima, han crecido más rápidamente que las de los tóxicos totales, y además con cambios descendentes en el crecimiento al final de la década del 90. En el caso de Ecuador se observa una brecha menor que en Bolivia, al compararse las evoluciones de las tendencias de emisiones estimadas por tipo de sector industrial, pero en ambos países se destaca la importancia de los sectores “más contaminantes”.

Los patrones de evolución de las tendencias de la categoría metales totales en el resto de los países son similares a los de la contaminación de tóxicos totales, con algunas diferencias en las estimaciones del crecimiento de cada tipo de sector industrial. La magnitud de estas diferencias, sin embargo, es variable y, en general, baja, como se aprecia en el cuadro 3, destancándose las mayores

brechas en los niveles de crecimiento por sector industrial en Argentina y Uruguay que, en el caso de Argentina, se asocian a un menor nivel de crecimiento de las emisiones estimadas de metales totales del resto de sectores industriales y, en Uruguay, al aumento leve del nivel de crecimiento estimado de los sectores más contaminantes.

En resumen, las evoluciones de las tendencias y sus niveles de crecimiento, a lo largo del período de estudio, tanto en lo que se refiere a la emisión de metales como de tóxicos totales, han sido similares y es en los sectores “más contaminantes” en donde el crecimiento en las emisiones de tóxicos y metales, aunque leves, han sido superiores a las de los otros sectores industriales.

Cuadro 3

MEDIA GEOMÉTRICA, INCREMENTO PORCENTUAL MEDIO ANUAL Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LAS EMISIONES ESTIMADAS POR TIPO DE INDUSTRIAS Y CONTAMINANTES INDUSTRIALES POTENCIALES DE METALES TOTALES DÉCADAS DEL 70 AL 2000

(unidades numéricas)

| País | Sectores “más contaminantes” | | | “Resto de Sectores” | | | Total de Sectores | | |
|------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | Media geométrica (mg) | Coefficiente de variación (cv) | Incremento porcentual medio anual | Media geométrica (mg) | Coefficiente de variación (cv) | Incremento porcentual medio anual | Media geométrica (mg) | Coefficiente de variación (cv) | Incremento porcentual medio anual |
| Argentina | 1,268 | 0,145 | 26,81 | 0,881 | 0,133 | -11,88 | 1,245 | 0,133 | 24,501 |
| Bolivia | 2,315 | 0,745 | 131,47 | 0,821 | 0,348 | -17,90 | 2,274 | 0,738 | 127,386 |
| Brasil | 1,669 | 0,183 | 66,92 | 1,765 | 0,206 | 76,49 | 1,674 | 0,182 | 67,360 |
| Chile | 1,411 | 0,399 | 41,05 | 1,152 | 0,411 | 15,20 | 1,224 | 0,247 | 22,440 |
| Colombia | 1,658 | 0,329 | 65,82 | 1,507 | 0,216 | 50,68 | 1,645 | 0,317 | 64,539 |
| Costa Rica | 1,378 | 0,187 | 37,77 | 1,722 | 0,270 | 72,19 | 1,435 | 0,161 | 43,544 |
| Ecuador | 3,255 | 0,519 | 225,54 | 2,363 | 0,329 | 136,34 | 3,141 | 0,497 | 214,128 |
| Guatemala | 1,343 | 0,139 | 34,33 | 1,240 | 0,087 | 24,02 | 1,333 | 0,133 | 33,281 |
| México | 1,499 | 0,219 | 49,87 | 1,822 | 0,381 | 82,17 | 1,518 | 0,230 | 51,805 |
| Nicaragua | 1,108 | 0,176 | 10,77 | 1,123 | 0,062 | 12,31 | 1,111 | 0,161 | 11,081 |
| Panamá | 1,273 | 0,231 | 27,26 | 1,272 | 0,164 | 27,21 | 1,272 | 0,221 | 27,212 |
| Perú | 1,572 | 0,177 | 57,21 | 1,247 | 0,088 | 24,65 | 1,583 | 0,172 | 58,342 |
| Uruguay | 1,443 | 0,135 | 44,26 | 1,168 | 0,095 | 16,84 | 1,237 | 0,123 | 23,674 |
| Venezuela | 2,959 | 0,710 | 195,94 | 1,535 | 0,315 | 53,46 | 2,959 | 0,727 | 195,943 |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión, IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

4. Evolución de las tendencias por tipo de contaminantes específicos

Tal como se señaló anteriormente, las emisiones de los tóxicos y metales totales representan una parte sustantiva de todas las emisiones de contaminantes asociadas a los procesos industriales que se emiten al agua, aire y al suelo. Con la finalidad de entregar mayor especificidad acerca de los diferentes tipos de contaminación, a continuación se examina la evolución de las tendencias de emisiones industriales potenciales de sólidos suspendidos al aire y al agua, respectivamente.

En cuanto a los **sólidos suspendidos al aire (TSP)**, la mayoría de los países muestran una evolución en sus tendencias similar a la observada para las categorías de emisiones de tóxicos y metales totales. Las diferencias se dan fundamentalmente en el hecho de que las discrepancias en las emisiones de sólidos al aire entre los dos grupos de sectores industriales son mínimas, o al menos muy inferiores a las observadas en las emisiones de los tóxicos y metales totales.

En países como Chile, México y Costa Rica la evolución de las tendencias es muy similar en los niveles de crecimiento de emisiones del sector más contaminante y el resto de sectores industriales, difiriendo esto del patrón de tendencias de las emisiones de tóxicos totales y las respectivas a los TT, MT y TSS.

Para Colombia y Venezuela, la evolución de las tendencias por sector industrial es similar al de tóxicos totales y a las de los metales totales, pero con niveles de crecimiento menores y un sesgo manifiesto de las emisiones hacia los sectores más contaminantes menos pronunciado hacia el final de los 90. Como se aprecia al comparar el cuadro 3 y el cuadro 4 y en los gráficos 4a y 5a del anexo 2 respectivamente, los niveles de crecimiento y variaciones relativas (CV) de los tóxicos totales y las de sólidos al aire.

Por su parte, estas pequeñas discrepancias observadas en la mayoría de los países, no se dan en Bolivia y Ecuador. En estos países se mantiene la evolución de las tendencias ya analizadas anteriormente en lo que refiere a las emisiones de tóxicos y metales totales.

Cuadro 4

MEDIA GEOMÉTRICA, INCREMENTO PORCENTUAL MEDIO ANUAL Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LAS EMISIONES ESTIMADAS POR TIPO DE INDUSTRIAS Y CONTAMINANTES INDUSTRIALES POTENCIALES DE SÓLIDOS AL AIRE (TSP) DÉCADAS DEL 70 AL 2000

(unidades numéricas)

| País | Sectores "más contaminantes" | | | "Resto de Sectores" | | | Total de Sectores | | |
|------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | Media geométrica (mg) | Coefficiente de variación (cv) | Incremento porcentual medio anual | Media geométrica (mg) | Coefficiente de variación (cv) | Incremento porcentual medio anual | Media geométrica (mg) | Coefficiente de variación (cv) | Incremento porcentual medio anual |
| Argentina | 1,086 | 0,060 | 8,60 | 1,112 | 0,113 | 11,20 | 1,096 | 0,073 | 9,60 |
| Bolivia | 2,099 | 0,447 | 109,94 | 0,833 | 0,403 | -16,70 | 1,790 | 0,423 | 78,95 |
| Brasil | 1,547 | 0,140 | 54,70 | 1,619 | 0,153 | 61,90 | 1,566 | 0,143 | 56,60 |
| Chile | 1,519 | 0,175 | 51,87 | 1,474 | 0,190 | 47,36 | 1,503 | 0,180 | 50,26 |
| Colombia | 1,667 | 0,294 | 66,74 | 1,602 | 0,228 | 60,18 | 1,643 | 0,268 | 64,30 |
| Costa Rica | 1,627 | 0,197 | 62,66 | 1,690 | 0,203 | 68,95 | 1,660 | 0,198 | 66,02 |
| Ecuador | 2,548 | 0,415 | 154,80 | 2,103 | 0,294 | 110,30 | 2,329 | 0,371 | 132,90 |
| Guatemala | 1,303 | 0,151 | 30,28 | 1,286 | 0,090 | 28,56 | 1,302 | 0,147 | 30,22 |
| México | 1,519 | 0,175 | 51,87 | 1,474 | 0,190 | 47,36 | 1,503 | 0,180 | 50,26 |
| Nicaragua | 1,223 | 0,108 | 22,30 | 1,035 | 0,155 | 3,50 | 1,122 | 0,123 | 12,20 |
| Panamá | 1,097 | 0,133 | 9,71 | 1,460 | 0,153 | 46,00 | 1,191 | 0,102 | 19,11 |
| Perú | 1,378 | 0,142 | 37,76 | 1,204 | 0,089 | 20,41 | 1,327 | 0,127 | 32,68 |
| Uruguay | 1,162 | 0,125 | 16,22 | 1,192 | 0,090 | 19,22 | 1,178 | 0,078 | 17,78 |
| Venezuela | 1,684 | 0,435 | 68,40 | 1,488 | 0,402 | 48,80 | 1,629 | 0,426 | 62,90 |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión, IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

En el caso de los **sólidos en el agua (TSS)**, la evolución de las tendencias de las emisiones estimadas no difieren significativamente respecto a las de la contaminación de tóxicos totales, pero al igual que en el caso de las estimaciones de metales totales, revela crecimientos medios estimados que varían por tipo de sector industrial en algunos países.

En Panamá se destaca un cambio leve en la evolución de los sectores más contaminantes a partir de los primeros años de la década del 80 (gráfico 9a del anexo 2), que en contraste a la estabilidad de la tendencia de las emisiones de sólidos al agua de los sectores "más contaminantes", resulta en una inversión de los órdenes de las tendencias por tipo de industrias y en un sesgo leve

de contaminación de sólidos al agua hacia el resto de sectores (si se compara las dispersiones relativas estimadas (CV) por tipo de sector).

En Nicaragua, las tendencias estimadas de emisiones del sector industrial “más contaminante” son levemente más altas que las respectivas al resto de sectores, tal como lo destacan las diferencias entre las dispersiones relativas (CV) correspondientes a los sectores “más contaminantes” y el resto de sectores, en el cuadro 6a y el gráfico 10a del anexo 2. En Uruguay (gráfico 6a del anexo 2), a diferencia del nivel de crecimiento de las emisiones de tóxicos y metales totales, la evolución de la tendencia de los sólidos al agua tiene un mayor crecimiento relativo hacia el final del período, donde la brecha entre las dos tendencias se cierra, difiriendo este patrón de las tendencias globales (tóxicos totales) y de las respectivas a metales totales.

Para Chile (gráfico 2a del anexo 2) la evolución de la tendencia de emisiones de sólidos en el agua (TSS) se estima creciente, con niveles de crecimiento medio muy similares por sector industrial y dispersiones relativas que no apuntan a la existencia de sesgos de importancia en la evolución de las tendencias, sino por el contrario, estabilidad relativa de cada sector industrial a lo largo del período. En México la evolución de la tendencia de TSS por sector industrial es también creciente y similar en ambos sectores industriales hasta inicios de la década del 90, pero al final del período se observa un sesgo emergente hacia los sectores “más contaminantes”, como se aprecia en el gráfico 1a del anexo 2. Este patrón de evolución difiere de los respectivos a la contaminación de tóxicos totales (gráfico 1a del anexo 2), los cuales se estiman comparativamente con crecimientos medios anuales más altos, en las industrias más contaminantes.

Para Bolivia y Ecuador (gráfico 13a y 14a del anexo 2), los patrones de evolución, para la categoría de sólidos al agua son similares a los respectivos al resto de categorías de emisiones estimadas de contaminantes (tóxicos y metales totales y sólidos suspendidos al aire) estimándose en general, diferencias de escala en el nivel máximo de crecimiento, que en Bolivia fue de aproximadamente de 4,5 para la tendencia de los sólidos al agua, y de aproximadamente de 4 para la serie de emisiones de tóxicos totales (véase cuadro 5). En el caso de Ecuador, la brecha entre la evolución de las tendencias estimadas por tipo de sector industrial es mayor que la descrita a nivel de tóxicos totales, pero inferior a la evolución de la tendencia de emisiones estimadas para los metales totales. Esta diferencia se puede apreciar al comparar la descripción gráfica de las series en el gráfico 14a del anexo 2, que ilustra la evolución de la tendencia de emisiones estimadas de tóxicos y metales totales y la respectiva a la contaminación por sólidos al agua.

Finalmente, se puede apreciar en los gráficos 4a y 5a del anexo 2, para Venezuela y Colombia, las tendencias estimadas de sólidos al agua para cada tipo de sector industrial son similares a las tendencias de las emisiones de tóxicos y metales, lo que en el caso de Colombia revela un sesgo reciente en la contaminación por sólidos al agua hacia los sectores “más contaminantes” (cuadro 5).

Cuadro 5

MEDIA GEOMÉTRICA, INCREMENTO PORCENTUAL MEDIO ANUAL Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LAS EMISIONES ESTIMADAS POR TIPO DE INDUSTRIAS Y CONTAMINANTES INDUSTRIALES POTENCIALES DE SÓLIDOS AL AGUA (TSS) DÉCADAS DEL 70 AL 2000

(unidades numéricas)

| País | Sectores "más contaminantes" | | | "Resto de Sectores" | | | Total de Sectores | | |
|------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | Media Geométrica (MG) | Coefficiente de Variación (CV) | Incremento porcentual medio anual | Media Geométrica (MG) | Coefficiente de Variación (CV) | Incremento porcentual medio anual | Media Geométrica (MG) | Coefficiente de Variación (CV) | Incremento porcentual medio anual |
| Argentina | 1,42 | 0,20 | 41,50 | 1,14 | 0,10 | 14,40 | 1,41 | 0,20 | 41,00 |
| Bolivia | 1,89 | 0,68 | 88,68 | 0,94 | 0,27 | -6,39 | 1,81 | 0,66 | 81,05 |
| Brasil | 1,64 | 0,18 | 64,08 | 1,51 | 0,13 | 50,82 | 1,64 | 0,18 | 63,99 |
| Chile | 1,51 | 0,36 | 50,90 | 1,59 | 0,47 | 59,40 | 1,51 | 0,36 | 51,00 |
| Colombia | 1,71 | 0,30 | 70,67 | 1,54 | 0,20 | 54,39 | 1,70 | 0,30 | 70,05 |
| Costa Rica | 1,46 | 0,23 | 46,30 | 1,67 | 0,22 | 66,50 | 1,49 | 0,21 | 49,40 |
| Ecuador | 2,55 | 0,42 | 155,10 | 1,89 | 0,23 | 89,00 | 2,52 | 0,41 | 151,70 |
| Guatemala | 1,30 | 0,15 | 30,28 | 1,29 | 0,09 | 28,56 | 1,30 | 0,15 | 30,22 |
| México | 1,51 | 0,24 | 50,98 | 1,47 | 0,18 | 46,70 | 1,51 | 0,25 | 50,91 |
| Nicaragua | 1,07 | 0,18 | 7,00 | 1,20 | 0,08 | 19,80 | 1,06 | 0,14 | 5,60 |
| Panamá | 1,21 | 0,16 | 21,28 | 1,30 | 0,13 | 29,84 | 1,22 | 0,16 | 22,09 |
| Perú | 1,42 | 0,11 | 42,30 | 1,24 | 0,09 | 23,90 | 1,42 | 0,11 | 41,80 |
| Uruguay | 1,38 | 0,24 | 38,00 | 1,10 | 0,07 | 10,33 | 1,35 | 0,22 | 34,98 |
| Venezuela | 2,22 | 0,49 | 122,40 | 1,39 | 0,36 | 38,60 | 2,21 | 0,50 | 121,20 |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión, IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

Costa Rica (gráfico 3a del anexo 2) por su parte, es uno de los países que presenta mayores diferencias en el patrón de evolución de las emisiones de sólidos al agua, en comparación al patrón de evolución de emisiones de tóxicos totales, y además, tal como se estima para los metales totales, las estimaciones de sólidos en el agua presentan una tendencia decreciente a partir de la década del 80, describiéndose también un sesgo de emisiones hacia los sectores de menor contaminación a partir de ese año.

5. Principales sesgos en la evolución de las emisiones y riesgos potenciales

Las diferencias, tanto de dirección (crecientes, decrecientes o estacionarias) como de nivel, señalan que en los 14 países, la relevancia de las categorías de contaminación es distinta y, por consiguiente, es indispensable valorar en cada país no sólo las emisiones de tóxicos y metales, sino también contaminaciones específicas. El análisis cruzado de cada tipo de contaminación específica (sólidos al aire y sólidos al agua) con las respectivas a los totales de tóxicos y metales permite una aproximación hacia la identificación de potenciales áreas de intervención prioritaria.

Una visión comprensiva de los patrones de evolución antes descritos, se puede derivar a través del examen del incremento porcentual medio anual¹² de las emisiones de contaminantes a lo largo del período 1970-2000 que muestra, casi sin excepción, que los aumentos de las emisiones de

¹² El incremento porcentual medio anual se obtiene como $(1 - MG) * 100$.

contaminantes se dieron principalmente en los sectores “más contaminantes”, aunque con una variación algo superior que en el resto de los sectores industriales.

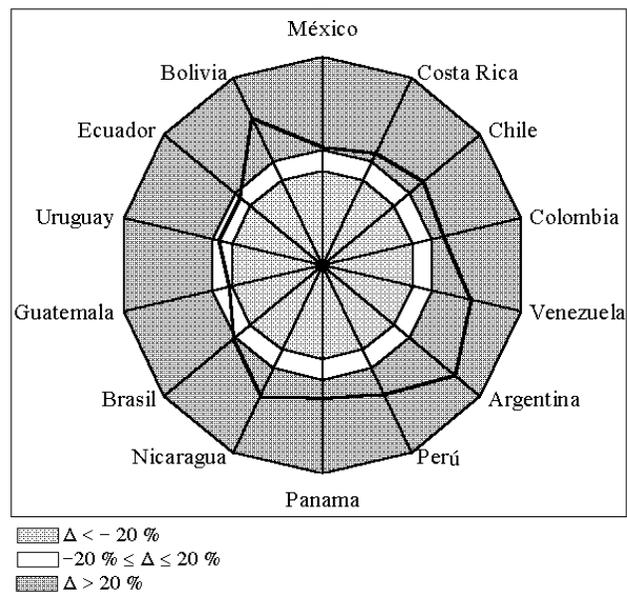
Es más, estos incrementos se observan con mayor intensidad en la emisión de metales totales, sobre todo por los sectores “más contaminantes” aunque no exclusivamente; pues los aumentos promedio de estos contaminantes más significativos en Brasil, Costa Rica y México se deben a los otros sectores industriales. En tres países se registraron en promedio, aumentos superiores en las emisiones de partículas suspendidas en el agua: Argentina, Colombia y Chile, siendo en el último caso los otros sectores el principal responsable de este aumento. Solamente en Panamá y Nicaragua, se registraron, en promedio, aumentos más altos en la emisión de partículas sólidas en el aire, lo que en el caso de Panamá se debe a las emisiones por parte de los otros sectores industriales, y en Nicaragua a los sectores más contaminantes, aunque su aumento ha sido muy moderado.

En los gráficos 1 a 4 que se muestran a continuación, se presentan las diferencias relativas del crecimiento medio anual entre los dos grupos de sectores industriales. En estos gráficos, el primer círculo central indica una diferencia relativa de -20 por ciento, y círculo exterior de +20 por ciento. En este rango se considera que las diferencias en el crecimiento de ambas series son bajas y se estima como altas las diferencias superiores al 20 por ciento. Estos gráficos confirman lo dicho anteriormente en lo que se refiere a que la evolución de la tendencia de emisiones por parte de las industrias más contaminantes muestra un mayor crecimiento que la correspondiente al resto de sectores industriales, pues las diferencias relativas sobrepasan en la gran mayoría de los países y en las cuatro categorías de emisiones de contaminantes, el 20 por ciento.

Para examinar posibles sesgos entre las industrias “más contaminantes” y los otros sectores industriales, se distinguieron dos tipos: el sesgo Tipo I y el Tipo II. Un sesgo Tipo I significa mayores variaciones anuales (CV) de las emisiones estimadas de las industrias “más contaminantes”, mientras que el Tipo II indica lo contrario. Para definir la existencia de sesgo, se compararon los coeficientes de variación de ambos grupos de sectores industriales, y si la diferencia resultó superior al 20 por ciento se clasificó el país como de Tipo I en el período. Por el contrario, si la diferencia relativa es inferior al -20 por ciento, se consideró como Tipo II, lo que significa un aumento superior de emisiones por parte de los otros sectores industriales.

Gráfico 1

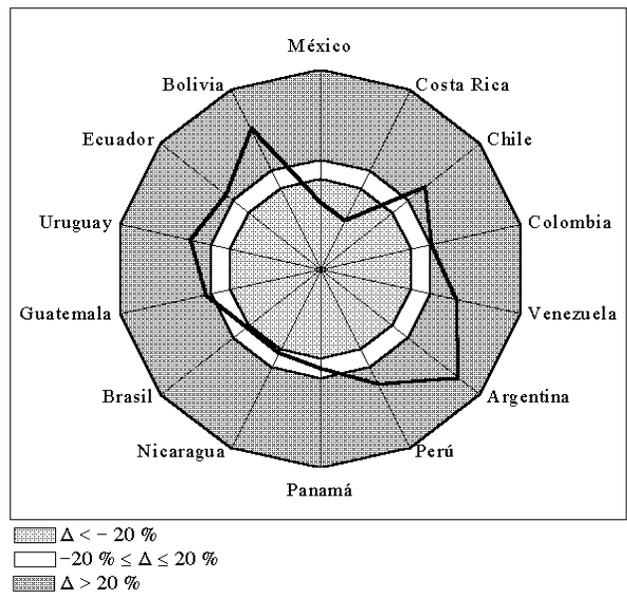
DIFERENCIA RELATIVA (Δ) ENTRE LOS NIVELES DE CRECIMIENTO MEDIO DE EMISIONES ANUALES ESTIMADAS DE TÓXICOS TOTALES DE LOS SECTORES “MÁS CONTAMINANTES” Y “RESTO DE SECTORES” INDUSTRIALES; DÉCADAS DEL 70 AL 2000



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

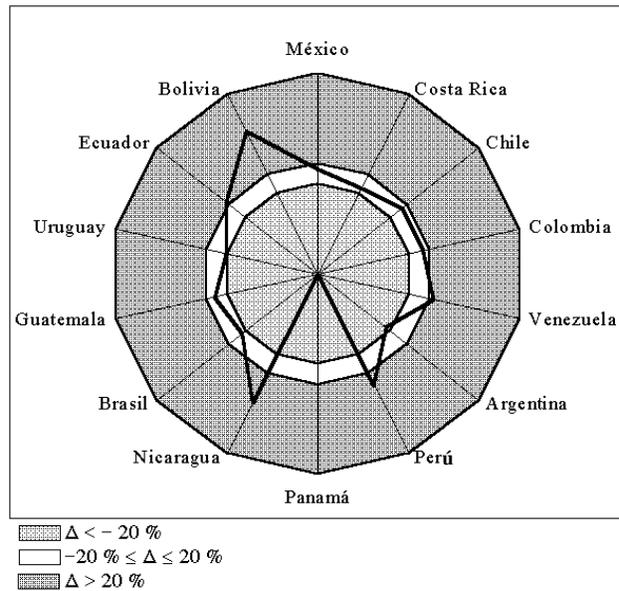
Gráfico 2

DIFERENCIA RELATIVA (Δ) ENTRE LOS NIVELES DE CRECIMIENTO MEDIO DE EMISIONES ANUALES ESTIMADAS DE METALES TOTALES DE LOS SECTORES “MÁS CONTAMINANTES” Y “RESTO DE SECTORES” INDUSTRIALES; DÉCADAS DEL 70 AL 2000



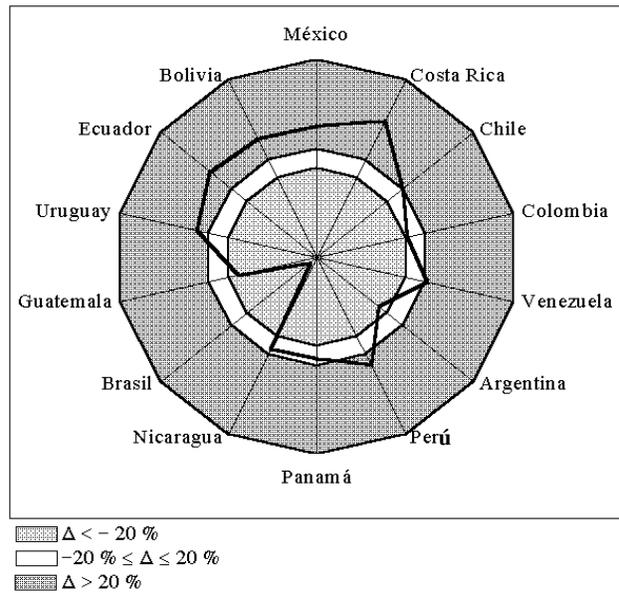
Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

Gráfico 3
DIFERENCIA RELATIVA (Δ) ENTRE LOS NIVELES DE CRECIMIENTO MEDIO DE EMISIONES ANUALES ESTIMADAS DE SÓLIDOS AL AIRE DE LOS SECTORES “MÁS CONTAMINANTES” Y “RESTO DE SECTORES” INDUSTRIALES; DÉCADAS DEL 70 AL 2000



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

Gráfico 4
DIFERENCIA RELATIVA (Δ) ENTRE LOS NIVELES DE CRECIMIENTO MEDIO DE EMISIONES ANUALES ESTIMADAS DE SÓLIDOS AL AGUA DE LOS SECTORES “MÁS CONTAMINANTES” Y “RESTO DE SECTORES” INDUSTRIALES; DÉCADAS DEL 70 AL 2000



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

En los cuadros 6 a 9 y los gráficos 5 a 8, que se muestran a continuación, se observa una tendencia generalizada (sesgo Tipo I) de que las industrias “más contaminantes” han incrementado más sus emisiones, que el resto de los sectores industriales. Esto puede verificarse con mayor claridad en las emisiones de metales totales y sólidos al agua.

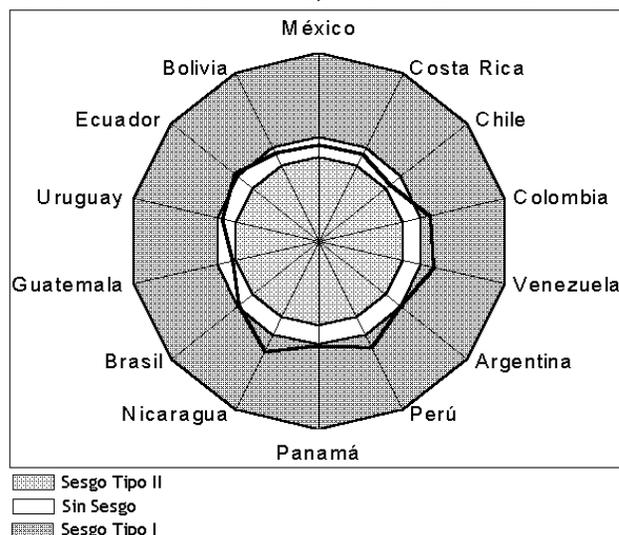
Los sesgos Tipo II solamente se observan en algunos pocos países, y estos varían según tipo de contaminante. Un mayor crecimiento en la emisión de metales totales por el “resto de los sectores industriales” solamente se ha dado en México y Costa Rica, y en lo que se refiere al aumento de emisiones de sólidos al aire por parte de los otros sectores se observa en Argentina y Nicaragua, aunque en este último país no se nota tanto un aumento relativo de las emisiones por parte de los otros sectores, sino más bien una reducción de emisiones de las industrias más contaminantes. Finalmente, solamente en Chile se ha dado un aumento mayor en la emisión de sólidos al agua por los sectores considerados menos contaminantes.

Por último, cabe señalar que los sesgos Tipo II son generalmente de origen más reciente, que en algunos países pueden considerarse como tendencias emergentes, como es el caso de México, Chile, Costa Rica y, en menor medida, Brasil en lo que se refiere a las emisiones de metales (véase las celdas destacadas con negrita en el cuadro 7). También las emisiones de sólidos al agua por parte de los otros sectores industriales de Chile registran aumentos relativos significativos.

Otras tendencias emergentes se dan en países, como Colombia y Venezuela, donde se observa un aumento generalizado de emisiones de contaminantes por parte de los sectores industriales más contaminantes, aunque en Venezuela, en los años más recientes, se observa una leve reducción de las emisiones de contaminantes en todas las categorías.

Gráfico 5

DIFERENCIA RELATIVA ENTRE LAS VARIACIONES RELATIVAS DE EMISIONES ANUALES ESTIMADAS DE TÓXICOS TOTALES DE LOS SECTORES “MÁS CONTAMINANTES” Y “RESTO DE SECTORES” INDUSTRIALES; DÉCADAS DEL 70 AL 2000



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

Cuadro 6

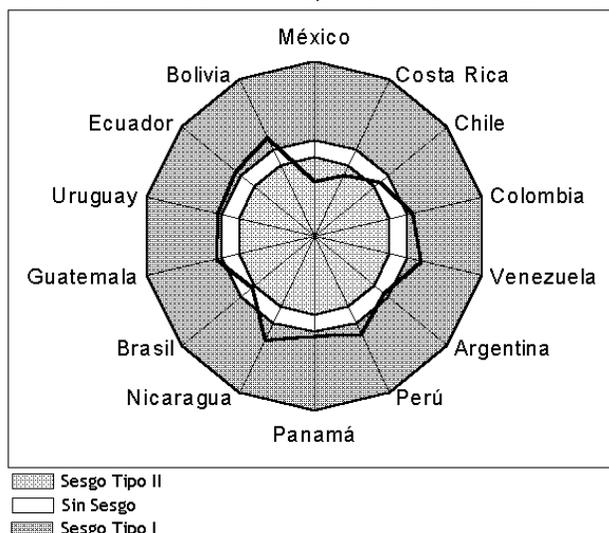
TIPO DE TENDENCIAS ESTIMADAS DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES EN EL CASO DE TÓXICOS TOTALES Y SESGOS ESTIMADOS, POR TIPO DE INDUSTRIAS, DURANTE EL PERÍODO 1970 AL 2000

| País | Sectores más contaminantes | Resto de sectores | Tipo de sesgo |
|------------|----------------------------|-------------------|---------------|
| México | Creciente | Creciente | Sin sesgo |
| Chile | Creciente | Creciente | Sin sesgo |
| Costa Rica | Creciente | Creciente | Sin sesgo |
| Colombia | Creciente | Creciente | Tipo I |
| Venezuela | Creciente | Creciente | Tipo I |
| Argentina | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Perú | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Panamá | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Nicaragua | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Brasil | Creciente leve | Creciente leve | Sin sesgo |
| Guatemala | Estacionaria | Estacionaria | Sin sesgo |
| Uruguay | Estacionaria | Estacionaria | Sin sesgo |
| Ecuador | Mixta | Mixta | Tipo I |
| Bolivia | Mixta | Leve decreciente | Tipo I |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

Gráfico 6

DIFERENCIA RELATIVA ENTRE LAS VARIACIONES RELATIVAS DE EMISIONES ANUALES ESTIMADAS DE METALES TOTALES DE LOS SECTORES “MÁS CONTAMINANTES” Y “RESTO DE SECTORES” INDUSTRIALES; DÉCADAS DEL 70 AL 2000



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

Cuadro 7

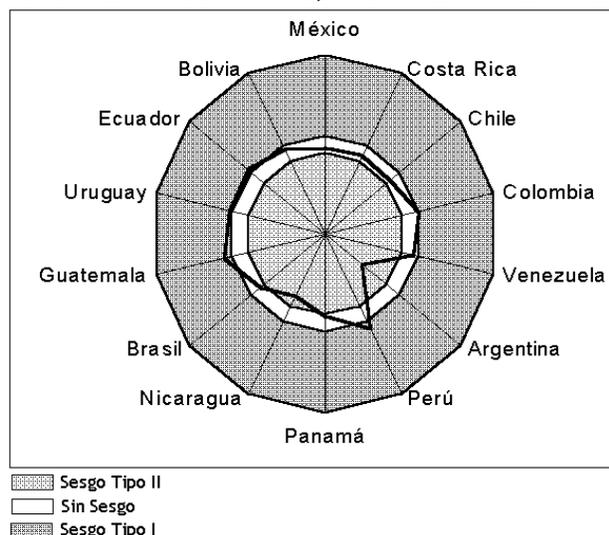
TIPO DE TENDENCIAS ESTIMADAS DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES EN EL CASO DE METALES TOTALES Y SESGOS ESTIMADOS, POR TIPO DE INDUSTRIAS, DURANTE EL PERÍODO 1970 AL 2000

| País | Sectores más contaminantes | Resto de sectores | Tipo de sesgo |
|-------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| México | Creciente | Creciente | Tipo II |
| Chile | Creciente | Creciente | sin sesgo |
| Costa Rica | Mixta | Creciente | Tipo II |
| Colombia | Creciente | Creciente | Tipo I |
| Venezuela | Creciente | Creciente | Tipo I |
| Argentina | Creciente leve | Estacionaria | sin sesgo |
| Perú | Creciente leve | Estacionaria | Tipo I |
| Panamá | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Nicaragua | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Brasil | Creciente leve | Creciente leve | sin sesgo |
| Guatemala | Creciente leve | Estacionaria | Tipo I |
| Uruguay | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Ecuador | Mixta | Mixta | Tipo I |
| Bolivia | Mixta | Leve decreciente | Tipo I |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

Gráfico 7

DIFERENCIA RELATIVA ENTRE LAS VARIACIONES RELATIVAS DE EMISIONES ANUALES ESTIMADAS DE SÓLIDOS AL AIRE DE LOS SECTORES “MÁS CONTAMINANTES” Y “RESTO DE SECTORES” INDUSTRIALES; DÉCADAS DEL 70 AL 2000



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

Cuadro 8

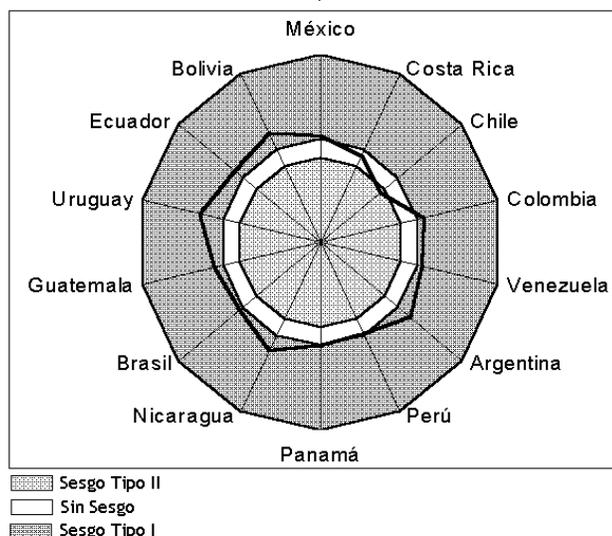
TIPO DE TENDENCIAS ESTIMADAS DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES EN EL CASO DE SÓLIDOS AL AIRE Y SESGOS ESTIMADOS, POR TIPO DE INDUSTRIAS, DURANTE EL PERÍODO 1970 AL 2000

| País | Sectores más contaminantes | Resto de sectores | Tipo de sesgo |
|------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| México | Creciente | Creciente | sin sesgo |
| Chile | Creciente | Creciente | sin sesgo |
| Costa Rica | Creciente | Creciente | sin sesgo |
| Colombia | Creciente | Creciente | Tipo I |
| Venezuela | Creciente | Creciente | sin sesgo |
| Argentina | Estacionaria | Estacionaria | Tipo II |
| Perú | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Panamá | Estacionaria | Creciente leve | sin sesgo |
| Nicaragua | Estacionaria | Estacionaria | Tipo II |
| Brasil | Estacionaria | Estacionaria | sin sesgo |
| Guatemala | Creciente leve | Estacionaria | Tipo I |
| Uruguay | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Ecuador | Mixta | Mixta | Tipo I |
| Bolivia | Mixta | Leve decreciente | Tipo I |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

Gráfico 8

DIFERENCIA RELATIVA ENTRE LAS VARIACIONES RELATIVAS DE EMISIONES ANUALES ESTIMADAS DE SÓLIDOS AL AGUA DE LOS SECTORES “MÁS CONTAMINANTES” Y “RESTO DE SECTORES” INDUSTRIALES; DÉCADAS DEL 70 AL 2000



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

Cuadro 9

TIPO DE TENDENCIAS ESTIMADAS DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES EN EL CASO DE SÓLIDOS AL AGUA Y SESGOS ESTIMADOS, POR TIPO DE INDUSTRIAS, DURANTE EL PERÍODO 1970 AL 2000

| País | Sectores más contaminantes | Resto de sectores | Tipo de sesgo |
|------------|----------------------------|-------------------|---------------|
| México | Creciente | Creciente | Tipo I |
| Chile | Creciente | Creciente | Tipo II |
| Costa Rica | Mixta | Creciente | sin sesgo |
| Colombia | Creciente | Creciente | Tipo I |
| Venezuela | Creciente | Creciente | Tipo I |
| Argentina | Creciente leve | Estacionaria | Tipo I |
| Perú | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Panamá | Estacionaria | Estacionaria | Tipo I |
| Nicaragua | Leve decrec. | Estacionaria | Tipo I |
| Brasil | Creciente leve | Crec. leve | Tipo I |
| Guatemala | Creciente leve | Estacionaria | Tipo I |
| Uruguay | Estacionaria | Mixta | Tipo I |
| Ecuador | Mixta | Mixta | Tipo I |
| Bolivia | Mixta | Leve decreciente | Tipo I |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994) y el PADI, División de Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL.

III. Conclusiones

Debido a los costos y complicaciones técnicas de obtener información directa de las emisiones industriales y al escaso desarrollo de la gestión institucional ambiental en los países de la región, el método IPPS propuesto por el Banco Mundial se presenta como una alternativa viable para realizar estimaciones de las emisiones potenciales de contaminación industrial. Resulta claro que los valores absolutos de los coeficientes del IPPS no corresponden necesariamente a países con contextos diferentes a los que se basa originalmente el modelo, ya que obedecen a otros estilos de desarrollo y con niveles tecnológicos diferentes a los de Estados Unidos, que sirvieron de base al modelo IPPS. Por ejemplo, el sector informal está mucho más diseminado en los países en vías de desarrollo de lo que puede estar en los Estados Unidos. Si bien se han realizado algunas experiencias de medición directa de intensidades de emisión de contaminación industrial en países en desarrollo, como por ejemplo en México (Aguayo y otros, 2001), estas se encuentran aún en una etapa incipiente de desarrollo, no incluyen un gran rango de sustancias contaminantes y no están exentas de críticas metodológicas. Estudios realizados (Indonesia, 1994) sugieren que, dadas las diferencias tecnológicas y los tipos de controles ambientales, las intensidades de emisiones contaminantes son superiores allí que en el caso norteamericano. Sin embargo, dicha metodología, la del IPPS, con todas sus limitaciones, parece ser útil para realizar comparaciones relativas entre sectores, permitiendo así una priorización y focalización de acciones específicas.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que, en el modelo IPPS, las intensidades de las emisiones fueron computadas únicamente para el año 1987. Esta restricción hace suponer que el único factor determinante de los cambios en las emisiones industriales es el nivel de actividad industrial estimado por el número de empleados, el valor bruto de la producción o el valor agregado. Así, se supone que la tecnología es relativamente fija para todos los sectores y, por lo tanto, no pueden tener lugar cambios tecnológicos diferenciales que afecten los niveles de emisiones de sectores particulares. Otro aspecto relevante se relaciona con la elección de la variable de referencia que de cuenta de la actividad económica sectorial. En el caso latinoamericano se concluyó que la utilización del valor bruto de la producción era la mejor opción a aplicar.

En definitiva, las estimaciones usando el esquema del IPPS sirven para sugerir direcciones generales. En tal sentido, la aplicación de esta metodología a nivel de país, permitiría obtener estimaciones de emisiones de contaminantes emitidas por sectores específicos y áreas geográficas específicas.

Los resultados obtenidos en este estudio señalan que hay diferencias importantes entre los 14 países en lo que se refiere a los niveles y tendencias de crecimiento de emisiones de contaminantes, aún cuando en la mayoría de los países se han podido observar cambios menores a lo largo del período de 1970-2000. Del análisis realizado de las emisiones de tóxicos y metales, se concluye que, de acuerdo a la evolución de las tendencias de las emisiones estimadas por tipo de sector industrial, hay tres grupos de países: los que tienen tendencias crecientes, aquellos con tendencias estacionarias y los que poseen tendencias mixtas.

Por otra parte, en general y salvo algunas excepciones, hay cierta similitud en las tendencias de los niveles de crecimiento de las emisiones según categoría de contaminantes, lo que puede implicar que no hayan habido mayores cambios en la estructura industrial en los 14 países estudiados, y, además, que las fluctuaciones de las emisiones de contaminantes a lo largo del período de estudio, en la mayoría de los casos, deben ser consecuencia del comportamiento de la economía en general en cada país.

En relación a los resultados obtenidos, existe un sesgo diferencial en algunos países, aunque no generalizado, de que las emisiones de contaminantes por parte de los sectores industriales más contaminantes han crecido más que las emitidas por los otros sectores. La magnitud del sesgo es diferente dependiendo del tipo de emisión que se considere, pero el sesgo es particularmente generalizado en las emisiones de sólidos al agua. Cabe señalar, sin embargo, que, en unos pocos países, surge como tendencia emergente un mayor crecimiento de emisiones de contaminantes por parte de los sectores considerados como menos contaminantes.

Finalmente, cabe mencionar que, utilizando información existente en la región acerca de emisiones de contaminantes según sector industrial, se podría perfeccionar la metodología del IPPS adaptándola así al contexto latinoamericano. De esta forma, las estimaciones tendrían una mayor utilidad en las decisiones y acciones con miras a la reducción de las emisiones de contaminantes. La experiencia realizada en México (Aguayo y otros, 2001), con todas sus limitaciones, bien podría ser el punto de partida para esta tarea.

Bibliografía

- Aguayo, Francisco, Gallagher, Kevin P. y Citlalic González, Ana (2001), “Dirt is in the Eye of the Beholder: The World Bank Air Pollution Intensities for Mexico”, Global Development and Environment Institute working Paper No.01-07, julio, (ase.tufts.edu/gdae), Tufts University, USA.
- Aroche Reves, Fidel (2000), “Reformas estructurales y composición de las emisiones contaminantes. Resultados para México”, SERIE Medio ambiente y desarrollo, No. 24, CEPAL, Naciones Unidas.
- Banco Mundial (1998), Indicadores de Desarrollo Mundial, 1998, Washington, D.C.
- Dasgupta S, Robert E.B L y Wheeler, D. (1998), “Small Plants, Pollution and Poverty: New Evidence from Brazil and Mexico”, The World Bank Group, DECRG, Infrastructure/Environment Group, Noviembre.
- Hettige, Hemamala; Martin, Paul; Singh, Manjula & Wheeler, David (1994), “The Industrial Pollution Projection System”, Policy Research Working Paper #1431 (Part 1), diciembre (www.worldbank.org/nipr/polmod.htm y www.worldbank.org/nipr/work_paper/1431/index.htm)
- World Bank (1994), “Indonesia: Environment and Development”, *Pollution from Industrial Sources*, A World Bank Country Study, 1994, Chapter 3, , Annex C4.
- Laplante, Benoit y Smits, Karlis (1998), “Estimating Industrial Pollution in Latvia”, World Bank, mimeo, junio 1998.
- Schantan, Claudia (1999), “Contaminación industrial en los países latinoamericanos pre y post reformas económicos”, Serie Medio ambiente y desarrollo N° 22, diciembre de 1999, CEPAL, Naciones Unidas, Santiago, Chile.
- Programa de Análisis de la Dinámica Industrial (PADI). División de Desarrollo Productivo y Empresarial – CEPAL, Naciones Unidas, Santiago, Chile. (<http://www.eclac.cl/software>)

Anexos

Anexo 1

Cuadros estadísticos

Cuadro 1.a

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS INDICADORES DE EMISIONES DEL SISTEMA IPPS SEGÚN ÁREA DE CONTAMINACIÓN, 28 SECTORES INDUSTRIALES (CIU, REVISIÓN 2, A 3 DÍGITOS)¹³

(unidades numéricas)

| Tóxicos Totales | | | Metales Totales | | |
|---|---------------|----------------------|---|---------------|----------------------|
| Dimensión | (Autovalores) | % Varianza explicada | Dimensión | (Autovalores) | % Varianza explicada |
| Factor principal | 2.779 | 92,643 | Factor principal | 2.986 | 99,526 |
| Correlación indicador factor principal | | | Correlación indicador factor principal | | |
| TT/Ouput | TT/ VA | TT/ Empleados | MET/ VA | MET/ Ouput | MT/Empleados |
| 0,952 | 0,988 | 0,947 | 0,998 | 0,997 | 0,998 |
| Sólidos al Aire (TSP) | | | Sólidos al Agua (TSS) | | |
| Dimensión | (Autovalores) | % Varianza explicada | Dimensión | (Autovalores) | % Varianza explicada |
| Factor principal | 2.770 | 92,336 | Factor principal | 2.972 | 99,064 |
| Correlación indicador factor principal | | | Correlación indicador factor principal | | |
| PT/Ouput | PT/VA | PT/Empleados | TSS /Output | TSS/ VA | TSS/Empleados |
| 0,951 | 0,997 | 0,934 | 0,995 | 0,998 | 0,993 |

Fuente: Elaboración propia.

¹³ (CIU, Revisión 2). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas. Revisión 2. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Internacionales, Naciones Unidas, New York.

Cuadro 2.a

FACTORES DE EMISIÓN SEGÚN EL MODELO IPPS*(toneladas de contaminante por cada millón de dólares (US\$) de 1987)*

| Código CIU Rev. 2 | Sectores industriales | Tóxicos Totales | Metales Totales | Sólidos al agua | Sólidos al aire |
|-------------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 311 | PRODUCTOS ALIMENTICIOS | 0,110742 | 0,000929 | 0,183523 | 0,494597 |
| 313 | BEBIDAS | 0,073826 | 0,008402 | 0,770766 | 0,064726 |
| 314 | TABACO | 0,136342 | 0,000000 | 0,000849 | 0,010719 |
| 321 | TEXTILES | 0,413035 | 0,014873 | 0,034807 | 0,119464 |
| 322 | PRENDAS DE VESTIR | 0,007935 | 0,000387 | 0,000000 | 0,000669 |
| 323 | PRODUCTOS DE CUERO | 2,333846 | 0,217447 | 0,278150 | 0,200318 |
| 324 | CALZADO | 0,220631 | 0,000000 | 0,044754 | 0,000419 |
| 331 | PRODUCTOS DE MADERA | 0,177821 | 0,013332 | 0,189169 | 1,464786 |
| 332 | MUEBLES | 0,688055 | 0,001233 | 0,000011 | 0,247955 |
| 341 | PAPEL Y CELULOSA | 1,658516 | 0,008058 | 9,695535 | 1,045561 |
| 342 | IMPRESA Y PUBLICACIONES | 0,212705 | 0,000632 | 0,001009 | 0,006302 |
| 351 | INDUSTRIA QUÍMICA | 9,950428 | 0,318499 | 2,034350 | 0,646366 |
| 352 | OTROS QUÍMICOS | 1,366466 | 0,015961 | 2,333664 | 0,354214 |
| 353 | REFINERIAS DE PETROLEO | 1,464093 | 0,023891 | 0,360320 | 0,506786 |
| 354 | PETROLEO Y PRODUCTOS DEL CARBON | 0,239006 | 0,010898 | 0,012228 | 3,630395 |
| 355 | PRODUCTOS DE CAUCHO | 0,533635 | 0,114753 | 0,581082 | 0,116768 |
| 356 | PRODUCTOS PLASTICOS | 1,116916 | 0,008340 | 0,005080 | 0,007756 |
| 361 | CERAMICA | 0,546043 | 0,129393 | 0,050362 | 0,158099 |
| 362 | VIDRIO | 0,165462 | 0,022625 | 0,004707 | 0,611620 |
| 369 | OTROS MINERALES NO METALICOS | 0,460230 | 0,033904 | 0,148535 | 5,942616 |
| 371 | HIERRO Y ACERO | 3,167155 | 1,779561 | 88,329463 | 1,877760 |
| 372 | METALES NO FERROSOS | 5,001016 | 3,202635 | 19,427791 | 1,472206 |
| 381 | PRODUCTOS DE METAL | 0,811905 | 0,128264 | 0,174860 | 0,037207 |
| 382 | MAQUINARIA NO ELECTRICA | 0,230365 | 0,038929 | 0,014908 | 0,027821 |
| 383 | MAQUINARIA ELECTRICA | 0,543618 | 0,067205 | 0,016050 | 0,031209 |
| 384 | EQUIPO DE TRANSPORTE | 0,359696 | 0,019539 | 0,001612 | 0,051604 |
| 385 | INSTRUMENTOS CIENTIFICOS Y PROFESIONALES | 0,224112 | 0,007858 | 0,000337 | 0,002371 |
| 390 | OTRAS MANUFACTURAS | 0,265789 | 0,025820 | 4,595033 | 0,015910 |

Fuente: Tomado de los Factores de Emisión del Modelo IPPS, Banco Mundial (Hettige y otros, 1994).

Cuadro 3.a

ESTIMACIÓN INDIRECTA DEL VOLUMEN DE EMISIONES POTENCIALES PARA LA CATEGORÍA DE CONTAMINACIÓN, METALES TOTALES, POR TIPO DE INDUSTRIAS. EJEMPLOS PARA ECUADOR, COSTA RICA Y COLOMBIA
(toneladas de contaminante por cada millón de dólares (US\$) de 1987)

| Año | Ecuador | | | | Costa Rica | | | | Colombia | | | |
|------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|
| | Sectores "más contaminantes" ^a | | "Resto de sectores industriales" ^a | | Sectores "más contaminantes" ^a | | "Resto de sectores industriales" ^a | | Sectores "más contaminantes" ^a | | "Resto de sectores industriales" ^a | |
| | V_{it} | E_{ijt} | V_{it} | E_{ijt} | V_{it} | E_{ijt} | V_{it} | E_{ijt} | V_{it} | E_{ijt} | V_{it} | E_{ijt} |
| 1970 | 544,92 | 97,66 | 2 829,43 | 97,66 | 82,22 | 40,48 | 2 254,80 | 7,35 | 1 671,96 | 937,04 | 8 044,75 | 97,19 |
| 1971 | 268,78 | 87,12 | 2 852,46 | 87,12 | 91,44 | 46,99 | 2 290,95 | 8,13 | 1 761,18 | 983,30 | 8 547,27 | 105,08 |
| 1972 | 229,80 | 126,88 | 3 007,48 | 126,88 | 102,81 | 55,40 | 2 330,56 | 9,08 | 2 072,46 | 1 048,90 | 9 272,57 | 108,59 |
| 1973 | 774,72 | 188,06 | 3 126,80 | 188,06 | 123,76 | 65,54 | 2 391,52 | 11,20 | 2 472,32 | 1 331,32 | 10 814,42 | 126,69 |
| 1974 | 524,02 | 213,87 | 3 200,99 | 213,87 | 145,23 | 90,20 | 2 530,78 | 12,30 | 2 871,48 | 1 534,05 | 11 334,65 | 136,83 |
| 1975 | 2 713,18 | 225,93 | 3 506,31 | 225,93 | 126,07 | 91,27 | 2 564,59 | 11,62 | 2 733,92 | 1 412,77 | 11 857,78 | 134,17 |
| 1976 | 1 264,98 | 230,40 | 3 505,71 | 230,40 | 137,51 | 87,08 | 2 510,81 | 12,76 | 2 911,17 | 1 602,85 | 12 384,10 | 141,97 |
| 1977 | 1 165,60 | 264,73 | 3 740,32 | 264,73 | 162,91 | 90,52 | 2 608,03 | 15,01 | 2 879,24 | 1 421,73 | 11 809,65 | 137,80 |
| 1978 | 3 385,42 | 265,39 | 3 854,77 | 265,39 | 181,36 | 99,44 | 2 662,47 | 16,22 | 2 969,08 | 1 661,35 | 13 352,97 | 163,95 |
| 1979 | 3 564,86 | 389,42 | 4 054,97 | 389,42 | 193,20 | 104,85 | 2 704,53 | 17,26 | 3 092,82 | 1 587,13 | 13 662,10 | 162,00 |
| 1980 | 391,79 | 564,13 | 4 523,92 | 564,13 | 201,49 | 109,31 | 2 761,34 | 17,60 | 3 426,76 | 1 627,24 | 13 454,43 | 163,62 |
| 1981 | 911,23 | 568,91 | 4 946,69 | 568,91 | 233,41 | 125,14 | 2 951,40 | 19,62 | 3 424,38 | 1 626,69 | 12 940,66 | 162,26 |
| 1982 | 2 016,16 | 815,40 | 6 048,20 | 815,40 | 190,11 | 108,93 | 2 826,22 | 17,69 | 3 352,36 | 1 628,64 | 12 777,00 | 156,87 |
| 1983 | 257,25 | 675,87 | 4 886,49 | 675,87 | 160,10 | 91,61 | 2 665,69 | 14,73 | 3 531,42 | 1 735,32 | 12 782,35 | 145,93 |
| 1984 | 349,98 | 792,71 | 5 418,92 | 792,71 | 154,31 | 76,05 | 2 778,97 | 15,81 | 3 767,39 | 1 705,52 | 13 523,26 | 159,82 |
| 1985 | 2 447,61 | 844,74 | 5 320,47 | 844,74 | 151,89 | 57,96 | 2 740,01 | 16,22 | 3 937,54 | 1 739,75 | 13 863,80 | 156,58 |
| 1986 | 1 661,97 | 786,83 | 5 513,95 | 786,83 | 174,17 | 60,06 | 2 830,37 | 18,07 | 4 385,04 | 1 927,58 | 14 761,24 | 169,53 |
| 1987 | 348,09 | 760,91 | 5 767,12 | 760,91 | 218,46 | 58,99 | 2 882,34 | 21,47 | 4 754,87 | 2 195,06 | 15 667,38 | 183,44 |
| 1988 | 2 655,37 | 898,35 | 6 073,31 | 898,35 | 207,11 | 65,15 | 2 924,17 | 21,46 | 4 994,01 | 2 323,52 | 15 777,48 | 191,20 |
| 1989 | 171,72 | 912,10 | 6 212,80 | 912,10 | 229,92 | 78,88 | 2 957,60 | 22,83 | 4 882,51 | 2 244,30 | 16 376,32 | 191,24 |
| 1990 | 2 134,02 | 588,23 | 5 439,46 | 588,23 | 241,51 | 79,38 | 2 893,87 | 23,71 | 5 152,11 | 2 493,32 | 18 115,81 | 211,99 |
| 1991 | 1 615,50 | 621,80 | 5 479,89 | 621,80 | 258,47 | 79,87 | 2 867,72 | 24,65 | 5 152,11 | 2 493,32 | 18 115,81 | 211,99 |
| 1992 | 232,43 | 529,84 | 5 347,78 | 529,84 | 333,09 | 92,27 | 2 991,85 | 29,76 | 5 152,11 | 2 493,32 | 18 115,81 | 211,99 |
| 1993 | 216,37 | 530,42 | 5 593,93 | 530,42 | 424,92 | 87,67 | 3 068,31 | 36,36 | 5 295,32 | 2 455,62 | 18 872,59 | 232,96 |
| 1994 | - | 636,01 | 5 949,89 | 636,01 | - | - | - | - | 5 517,77 | 2 674,54 | 19 531,45 | 248,05 |
| 1995 | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 682,26 | 2 820,37 | 19 945,13 | 249,35 |
| 1996 | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 631,44 | 2 639,14 | 19 141,48 | 229,86 |
| 1997 | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 745,77 | 2 848,82 | 19 611,14 | 240,29 |
| 1998 | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 389,99 | 2 636,07 | 19 593,43 | 225,73 |
| 1999 | - | - | - | - | - | - | - | - | 7 741,66 | 9 967,97 | 15 494,40 | 160,62 |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión, Banco Mundial, 1998 y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

V_{it} : Valor bruto de la producción en millones de dólares de 1987.

E_{ijt} : Estimación indirecta volumen de emisiones anuales.

^a De acuerdo a la clasificación del cuadro 1 y el cuadro 1a del anexo 1

ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DEL VOLUMEN ESTIMADO DE EMISIONES POTENCIALES DE METALES TOTALES POR TIPO DE INDUSTRIAS. EJEMPLOS PARA ECUADOR, COSTA RICA Y COLOMBIA
(toneladas)

| Año | Ecuador | | | | | | Costa Rica | | | | | | Colombia | | | | | |
|------|---|------------|----------------|-----------------------------------|------------|----------------|---|------------|----------------|-----------------------------------|------------|----------------|---|------------|----------------|-----------------------------------|------------|----------------|
| | Sectores Industriales "Más contaminantes" | | | " Resto de Sectores Industriales" | | | Sectores Industriales "Más contaminantes" | | | " Resto de Sectores Industriales" | | | Sectores Industriales "Más contaminantes" | | | " Resto de Sectores Industriales" | | |
| | E_{ijt} | E^z_{ij} | $IE^z_{ij/72}$ | E_{ijt} | E^z_{ij} | $IE^z_{ij/72}$ | E_{ijt} | E^z_{ij} | $IE^z_{ij/72}$ | E_{ijt} | E^z_{ij} | $IE^z_{ij/72}$ | E_{ijt} | E^z_{ij} | $IE^z_{ij/72}$ | E_{ijt} | E^z_{ij} | $IE^z_{ij/72}$ |
| 1970 | 97,66 | - | - | 17,02 | - | - | 40,48 | - | - | 7,35 | - | - | 937,04 | - | - | 97,19 | - | - |
| 1971 | 87,12 | - | - | 18,07 | - | - | 46,99 | - | - | 8,13 | - | - | 983,30 | - | - | 105,08 | - | - |
| 1972 | 126,88 | 142,72 | 1,0 | 21,62 | 22,61 | 1,0 | 55,40 | 59,72 | 1,0 | 9,08 | 9,61 | 1,0 | 1 048,90 | 1 166,92 | 1,0 | 108,59 | 114,87 | 1,0 |
| 1973 | 188,06 | 168,37 | 1,2 | 26,62 | 26,67 | 1,2 | 65,54 | 69,88 | 1,2 | 11,20 | 10,47 | 1,1 | 1 331,32 | 1 262,07 | 1,1 | 126,69 | 122,27 | 1,1 |
| 1974 | 213,87 | 197,03 | 1,4 | 29,71 | 30,62 | 1,4 | 90,20 | 77,90 | 1,3 | 12,30 | 11,39 | 1,2 | 1 534,05 | 1 385,98 | 1,2 | 136,83 | 129,65 | 1,1 |
| 1975 | 225,93 | 224,60 | 1,6 | 37,31 | 35,29 | 1,6 | 91,27 | 84,92 | 1,4 | 11,62 | 12,58 | 1,3 | 1 412,77 | 1 460,54 | 1,3 | 134,17 | 135,49 | 1,2 |
| 1976 | 230,40 | 240,06 | 1,7 | 37,83 | 37,93 | 1,7 | 87,08 | 91,70 | 1,5 | 12,76 | 13,58 | 1,4 | 1 602,85 | 1 526,55 | 1,3 | 141,97 | 142,94 | 1,2 |
| 1977 | 264,73 | 275,17 | 1,9 | 44,95 | 41,69 | 1,8 | 90,52 | 94,63 | 1,6 | 15,01 | 14,57 | 1,5 | 1 421,73 | 1 537,17 | 1,3 | 137,80 | 147,98 | 1,3 |
| 1978 | 265,39 | 342,81 | 2,4 | 39,85 | 46,73 | 2,1 | 99,44 | 98,24 | 1,6 | 16,22 | 15,77 | 1,6 | 1 661,35 | 1 580,06 | 1,4 | 163,95 | 153,87 | 1,3 |
| 1979 | 389,42 | 410,52 | 2,9 | 48,54 | 53,41 | 2,4 | 104,85 | 105,85 | 1,8 | 17,26 | 17,14 | 1,8 | 1 587,13 | 1 584,83 | 1,4 | 162,00 | 157,93 | 1,4 |
| 1980 | 564,13 | 520,65 | 3,6 | 62,50 | 63,88 | 2,8 | 109,31 | 109,53 | 1,8 | 17,60 | 17,68 | 1,8 | 1 627,24 | 1 626,21 | 1,4 | 163,62 | 161,74 | 1,4 |
| 1981 | 568,91 | 602,74 | 4,2 | 71,23 | 69,46 | 3,1 | 125,14 | 107,97 | 1,8 | 19,62 | 17,38 | 1,8 | 1 626,69 | 1 641,01 | 1,4 | 162,26 | 158,14 | 1,4 |
| 1982 | 815,40 | 683,40 | 4,8 | 97,27 | 74,96 | 3,3 | 108,93 | 102,21 | 1,7 | 17,69 | 17,09 | 1,8 | 1 628,64 | 1 664,68 | 1,4 | 156,87 | 157,70 | 1,4 |
| 1983 | 675,87 | 739,52 | 5,2 | 67,75 | 76,95 | 3,4 | 91,61 | 91,94 | 1,5 | 14,73 | 16,81 | 1,7 | 1 735,32 | 1 687,18 | 1,4 | 145,93 | 156,29 | 1,4 |
| 1984 | 792,71 | 783,11 | 5,5 | 76,07 | 77,35 | 3,4 | 76,05 | 78,92 | 1,3 | 15,81 | 16,51 | 1,7 | 1 705,52 | 1 747,36 | 1,5 | 159,82 | 157,75 | 1,4 |
| 1985 | 844,74 | 772,21 | 5,4 | 72,43 | 72,78 | 3,2 | 57,96 | 68,93 | 1,2 | 16,22 | 17,26 | 1,8 | 1 739,75 | 1 860,65 | 1,6 | 156,58 | 163,06 | 1,4 |
| 1986 | 786,83 | 816,71 | 5,7 | 73,22 | 74,28 | 3,3 | 60,06 | 63,64 | 1,1 | 18,07 | 18,61 | 1,9 | 1 927,58 | 1 978,29 | 1,7 | 169,53 | 172,12 | 1,5 |
| 1987 | 760,91 | 840,59 | 5,9 | 74,42 | 74,31 | 3,3 | 58,99 | 64,21 | 1,1 | 21,47 | 20,01 | 2,1 | 2 195,06 | 2 086,04 | 1,8 | 183,44 | 178,40 | 1,6 |
| 1988 | 898,35 | 789,29 | 5,5 | 75,24 | 70,66 | 3,1 | 65,15 | 68,50 | 1,1 | 21,46 | 21,51 | 2,2 | 2 323,52 | 2 236,76 | 1,9 | 191,20 | 189,48 | 1,6 |
| 1989 | 912,10 | 756,28 | 5,3 | 76,22 | 67,39 | 3,0 | 78,88 | 72,46 | 1,2 | 22,83 | 22,83 | 2,4 | 2 244,30 | 2 349,90 | 2,0 | 191,24 | 197,97 | 1,7 |
| 1990 | 588,23 | 710,07 | 5,0 | 54,18 | 62,44 | 2,8 | 79,38 | 79,11 | 1,3 | 23,71 | 24,48 | 2,5 | 2 493,32 | 2 409,55 | 2,1 | 211,99 | 203,68 | 1,8 |
| 1991 | 621,80 | 636,48 | 4,5 | 56,90 | 57,90 | 2,6 | 79,87 | 83,62 | 1,4 | 24,65 | 27,46 | 2,9 | 2 493,32 | 2 435,97 | 2,1 | 211,99 | 212,03 | 1,8 |
| 1992 | 529,84 | 581,26 | 4,1 | 49,65 | 54,70 | 2,4 | 92,27 | - | - | 29,76 | - | - | 2 493,32 | 2 522,02 | 2,2 | 211,99 | 223,40 | 1,9 |
| 1993 | 530,42 | - | - | 52,57 | - | - | 87,67 | - | - | 36,36 | - | - | 2 455,62 | 2 587,43 | 2,2 | 232,96 | 230,87 | 2,0 |
| 1994 | 636,01 | - | - | 60,18 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 674,54 | 2 616,60 | 2,2 | 248,05 | 234,44 | 2,0 |
| 1995 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 820,37 | 2 687,70 | 2,3 | 249,35 | 240,10 | 2,1 |
| 1996 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 639,14 | 2 723,79 | 2,3 | 229,86 | 238,66 | 2,1 |
| 1997 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 848,82 | 4 182,47 | 3,6 | 240,29 | 221,17 | 1,9 |
| 1998 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 636,07 | - | - | 225,73 | - | - |
| 1999 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9 967,97 | - | - | 160,62 | - | - |

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Factores de Emisión, Banco Mundial, 1998 y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

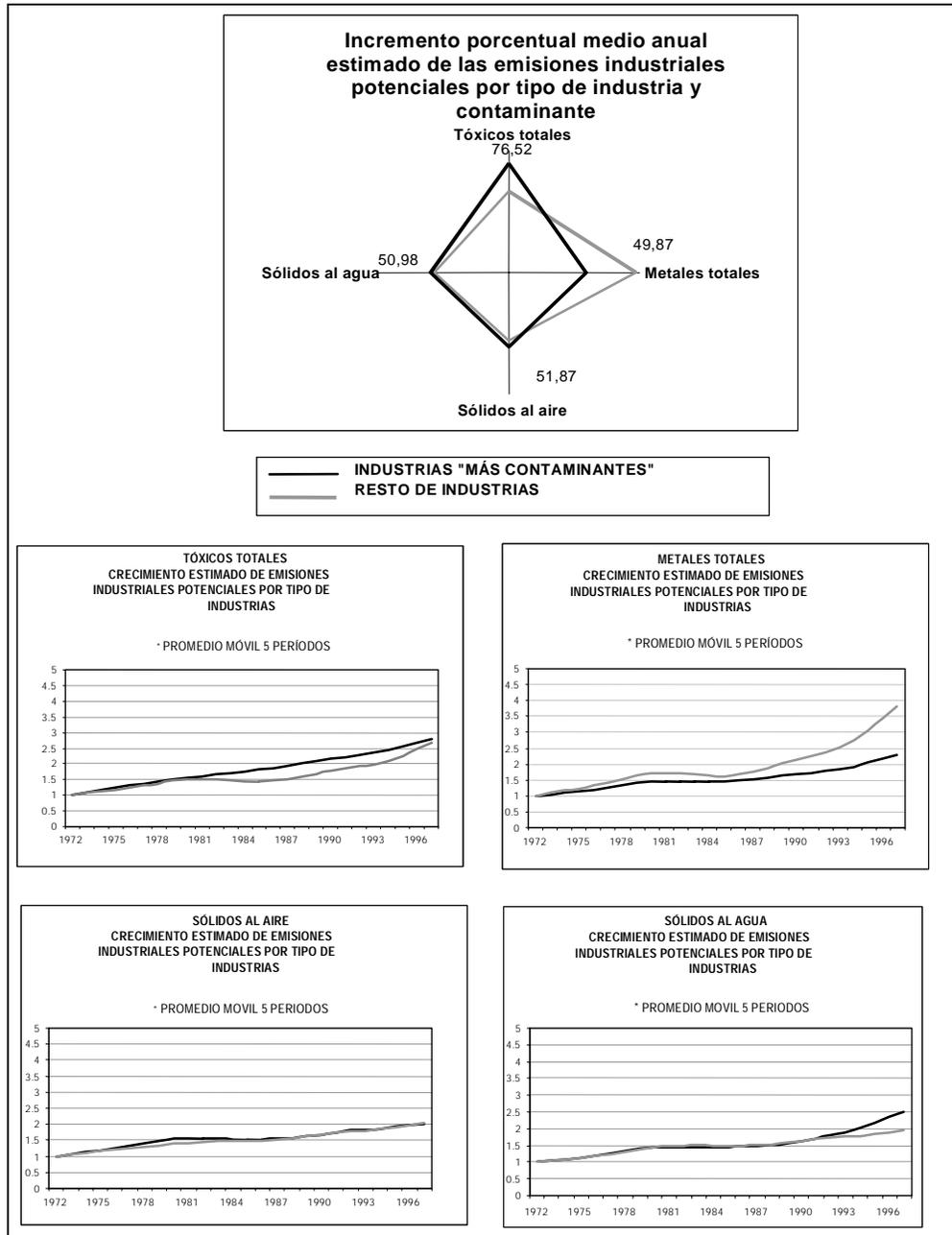
E_{ijt} : Estimación indirecta volumen de emisiones anuales (serie original), E^z_{ij} : Promedio móvil 5 periodos, $IE^z_{ij/72}$: Índice de Crecimiento respecto z=1972.

Anexo 2

Gráficos estadísticos

Gráfico 1.a

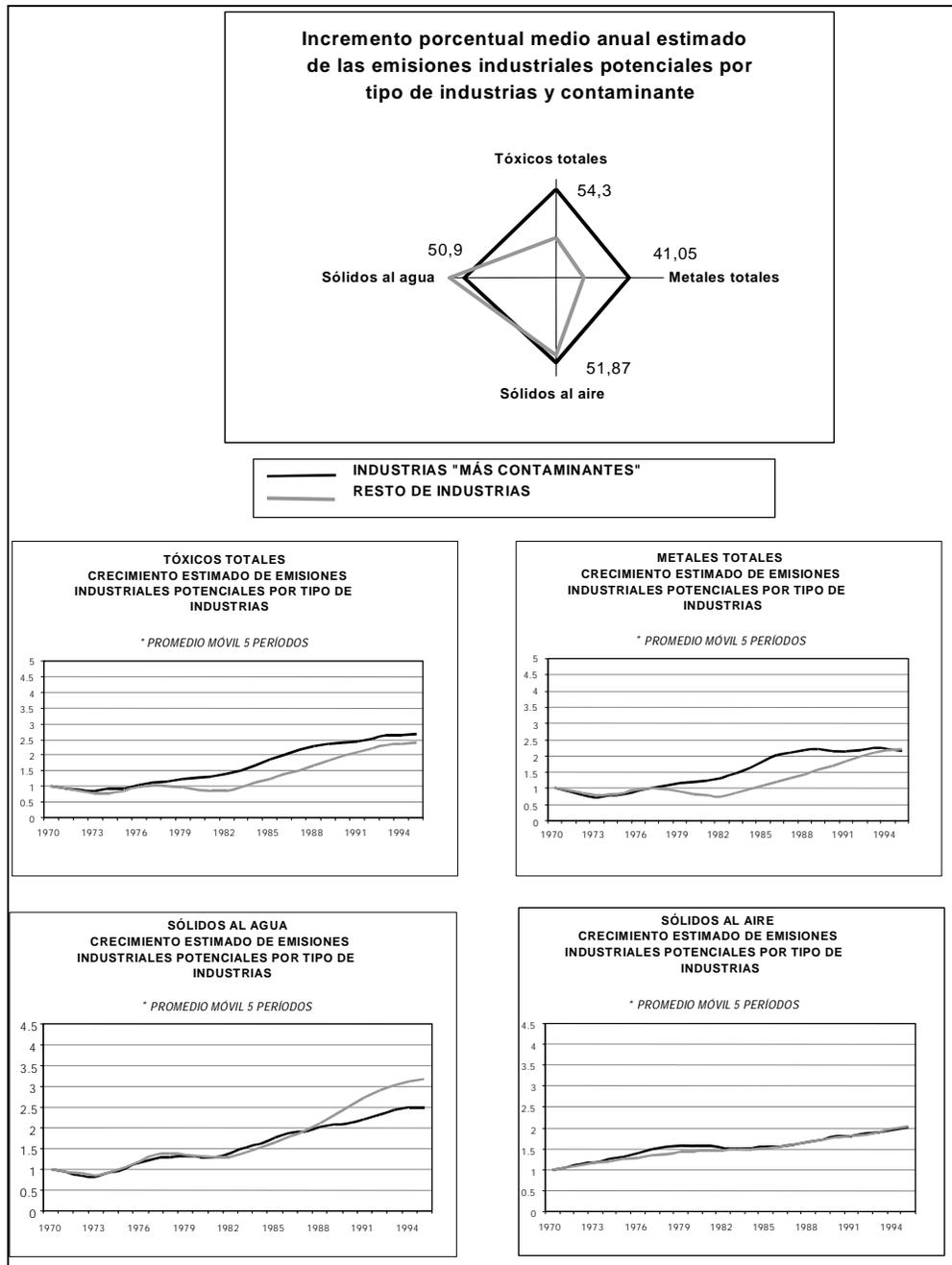
MÉXICO: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1972 – 1997



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

Gráfico 2.a

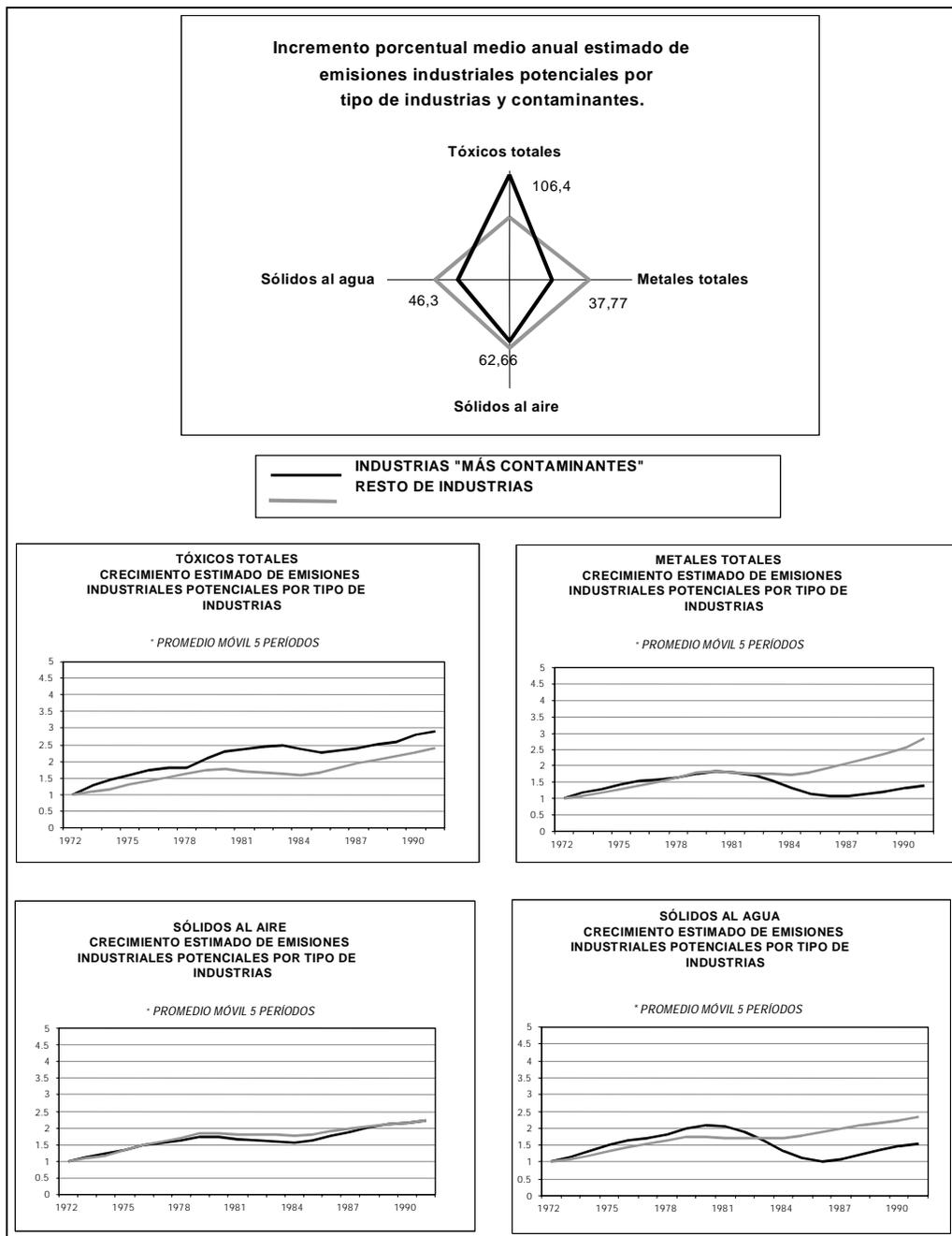
CHILE: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1970 - 1995



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

Gráfico 3.a

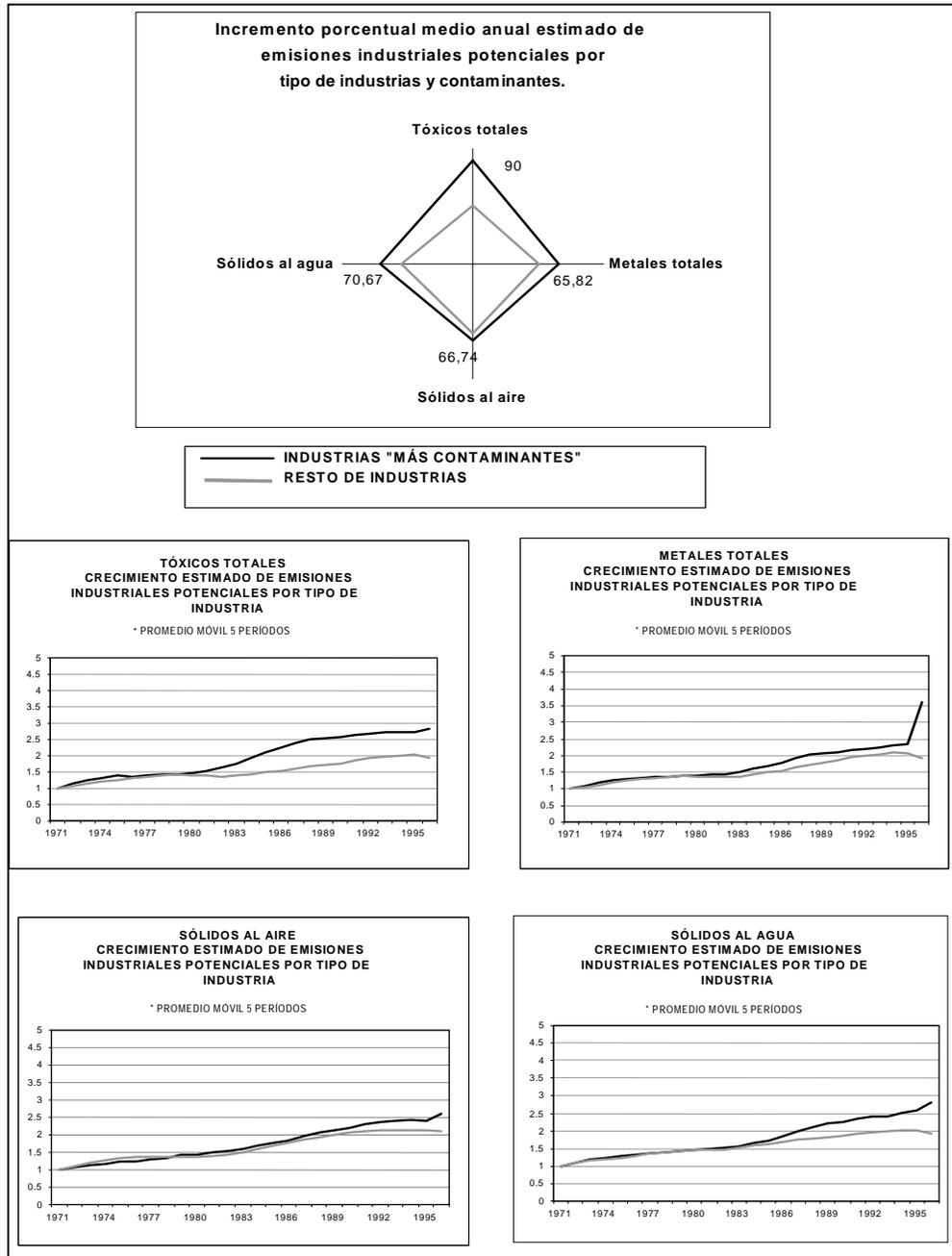
COSTA RICA: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1972 - 1991



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

Gráfico 4.a

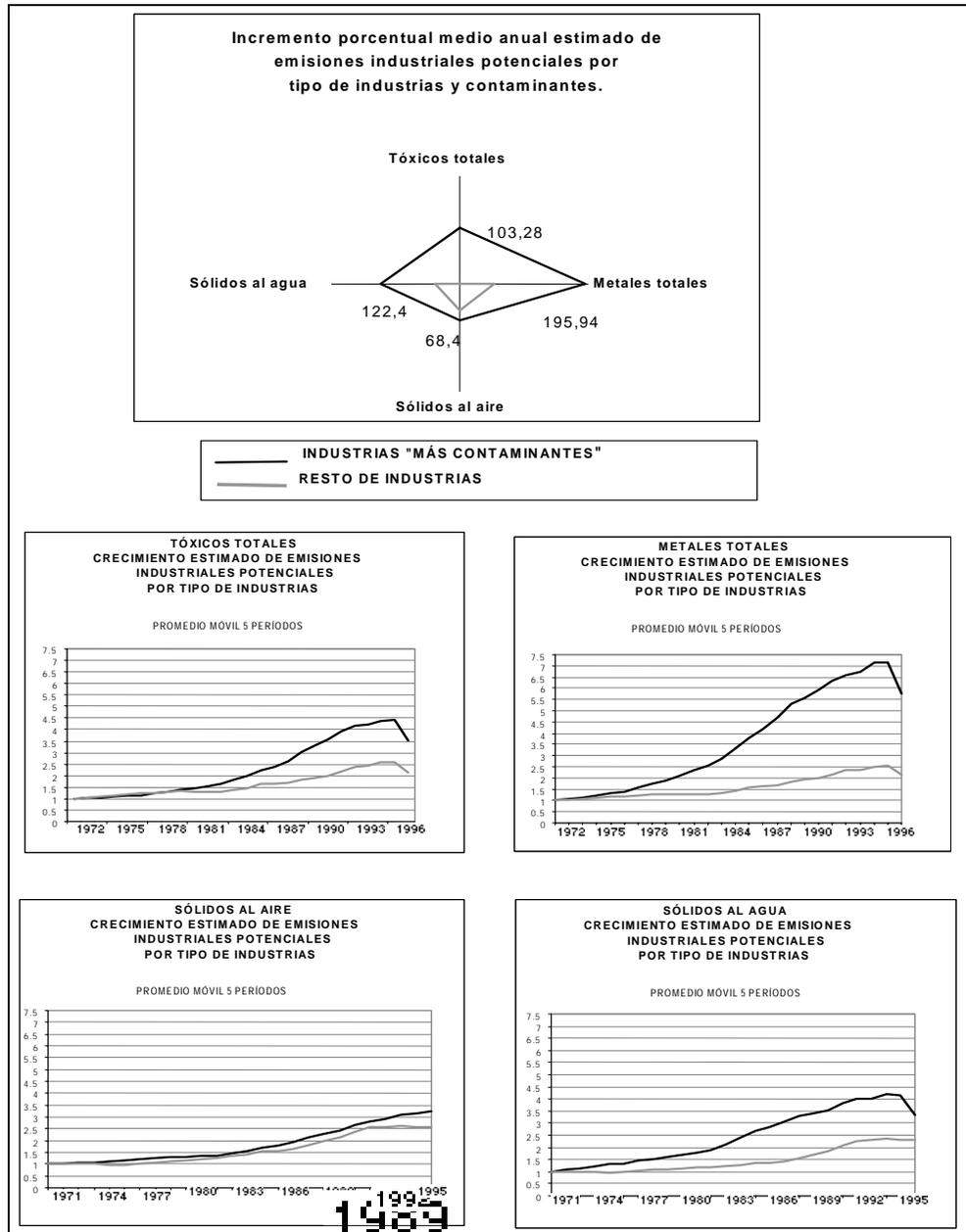
COLOMBIA: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1971 - 1996



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales PADI), CEPAL.

Gráfico 5.a

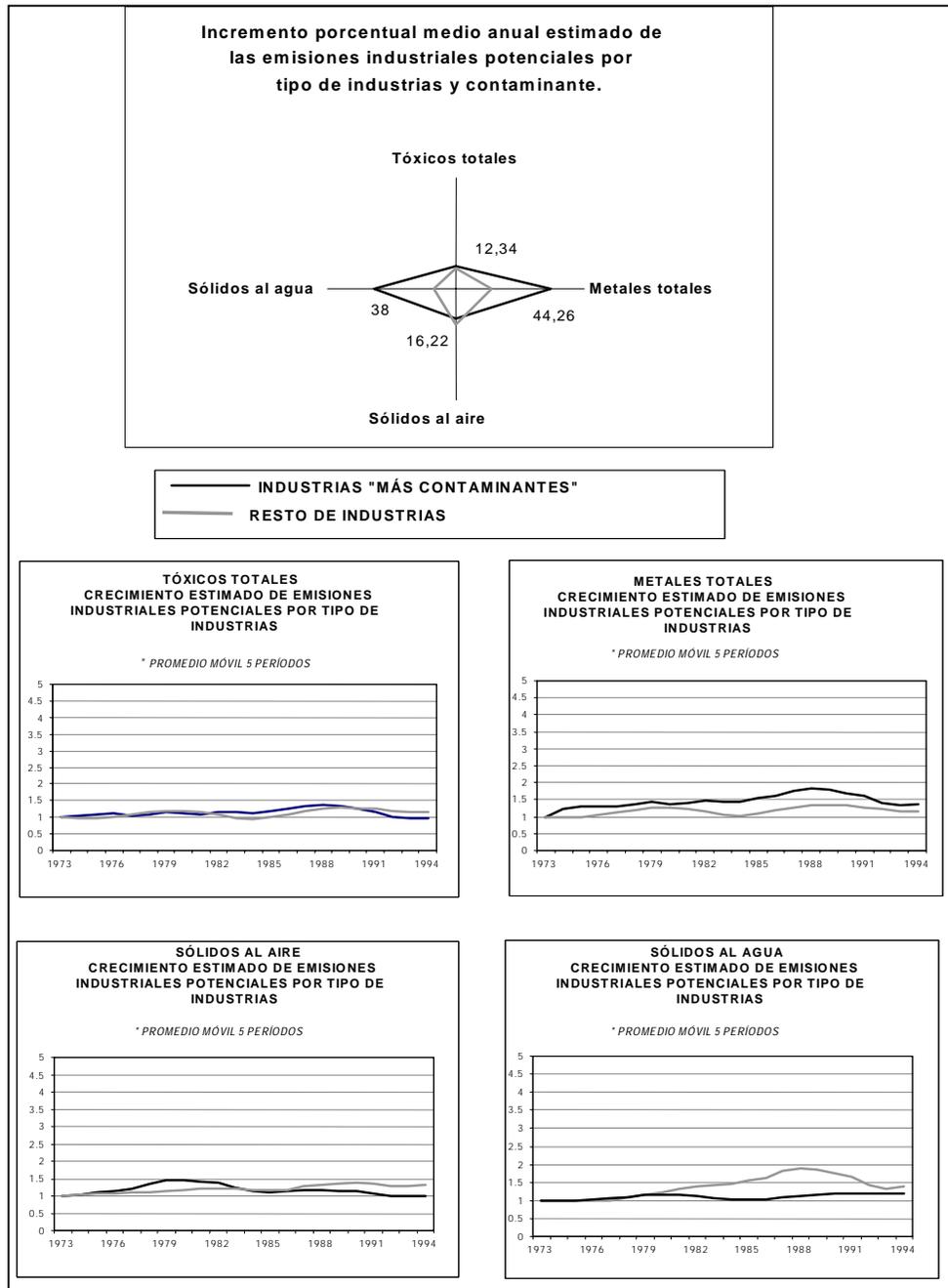
VENEZUELA: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1972 - 1997



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

Gráfico 6.a

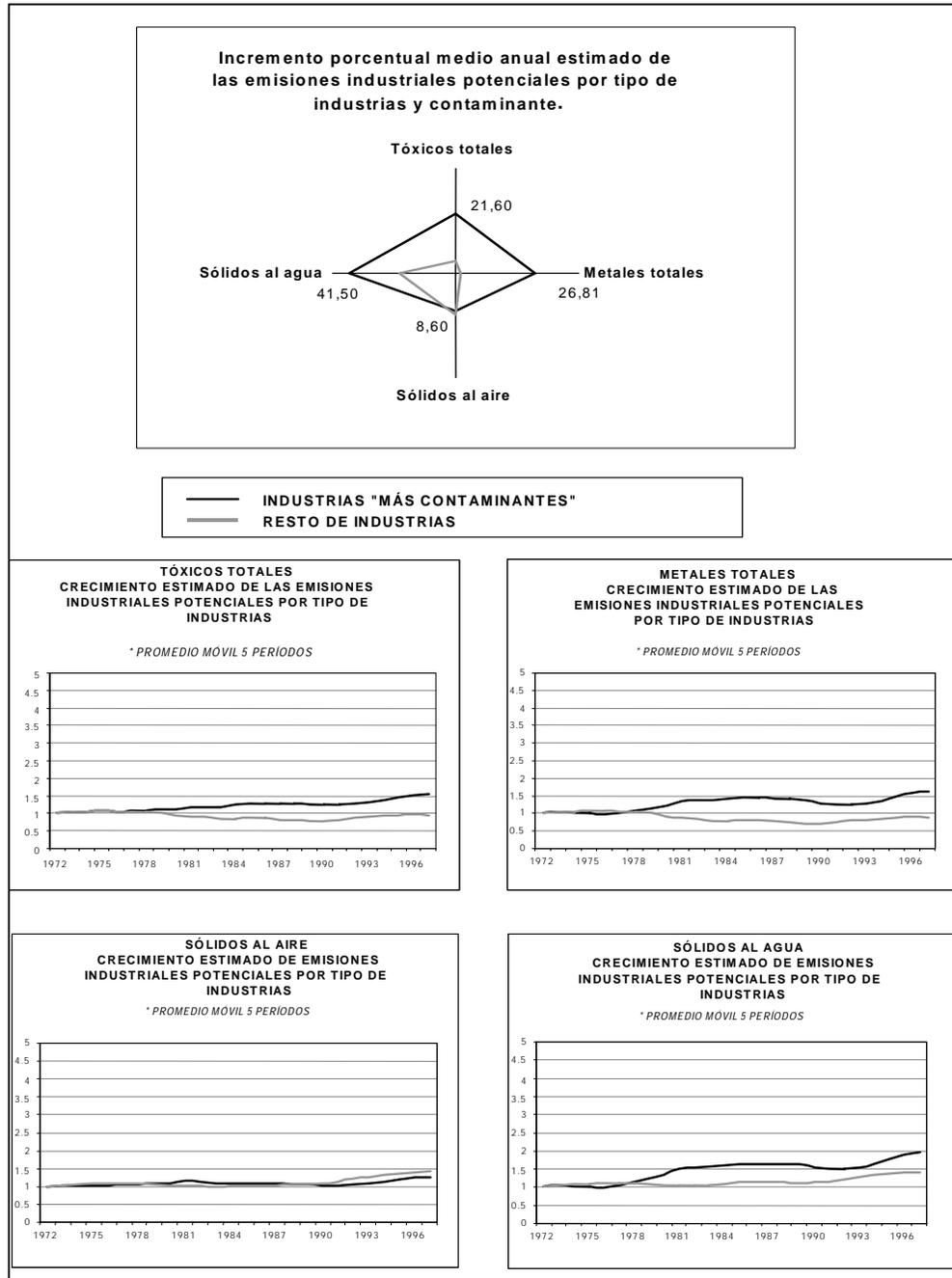
URUGUAY: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1973 – 1994



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

Gráfico 7.a

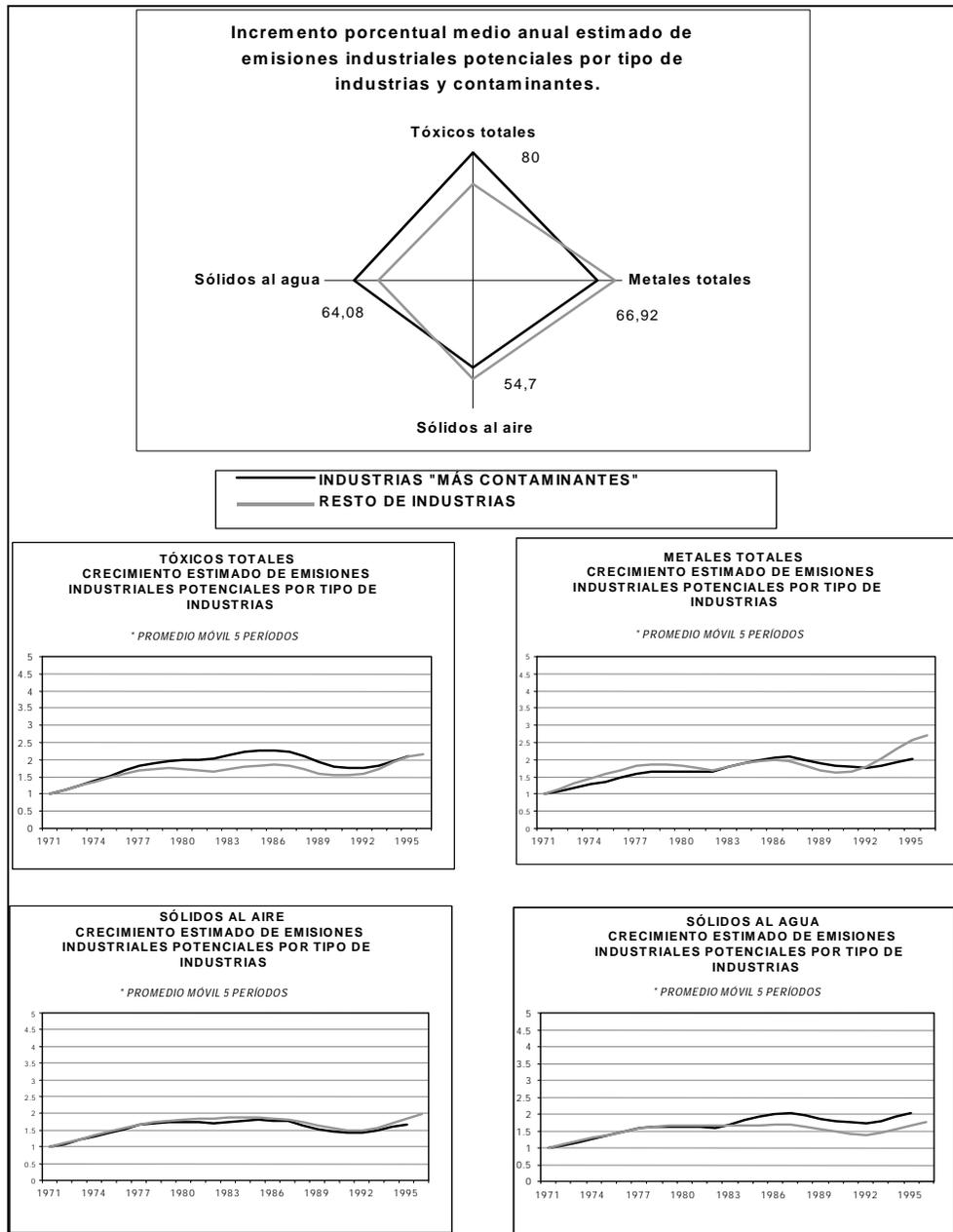
ARGENTINA: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1972 - 1997



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

Gráfico 8.a

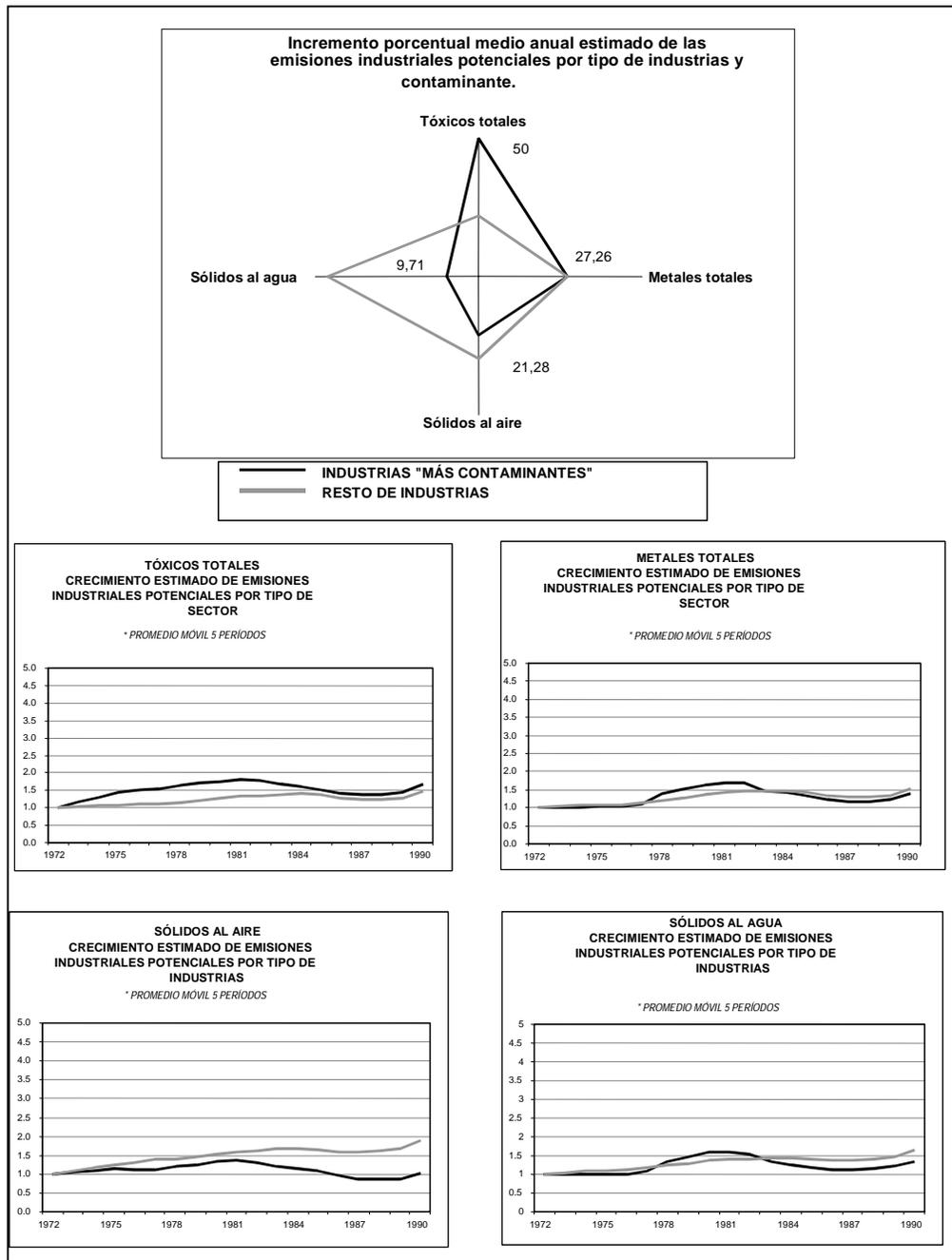
BRASIL: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1971 – 1995



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL

Gráfico 9.a

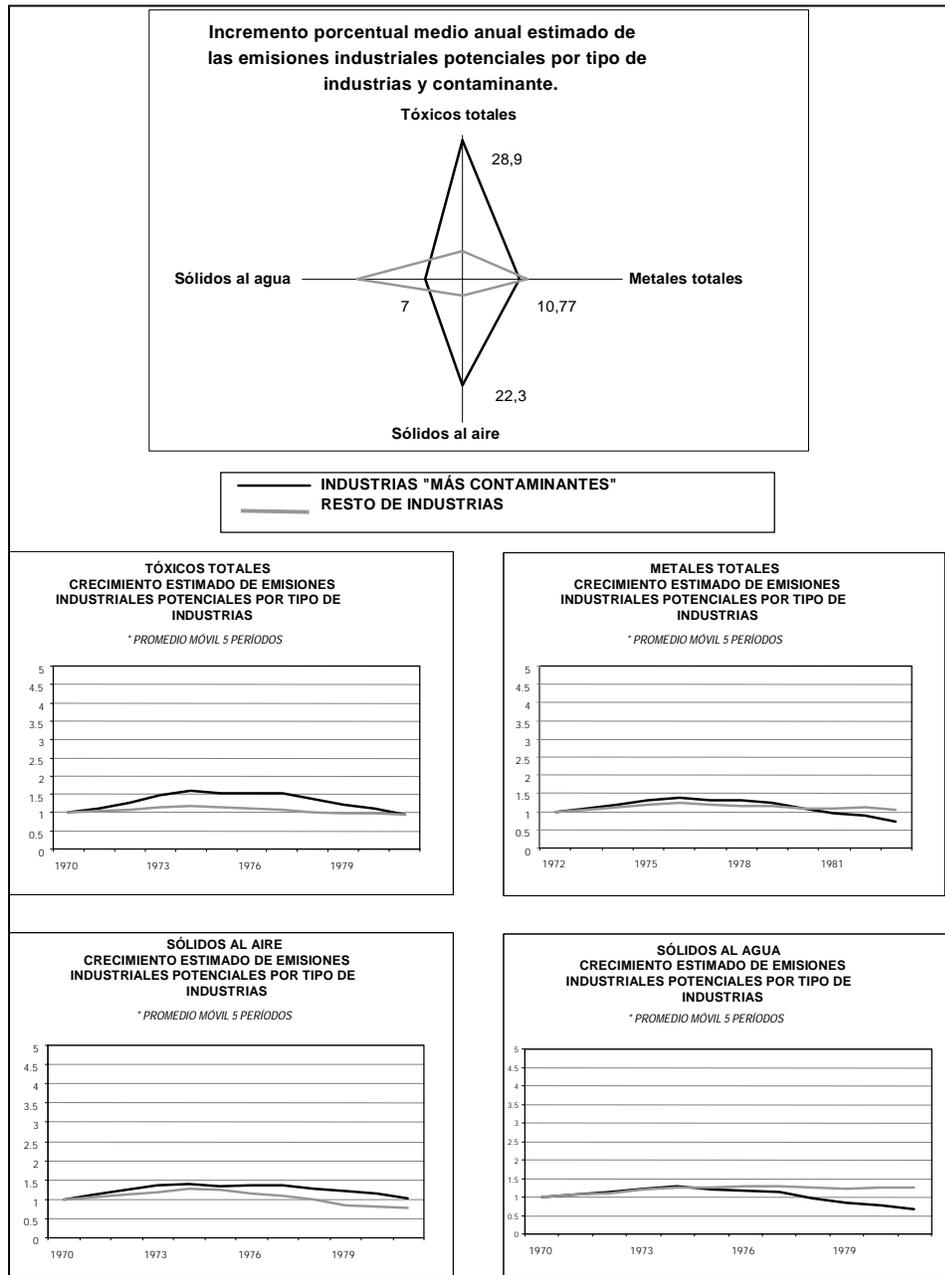
PANAMÁ: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1972 - 1990



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

Gráfico 10.a

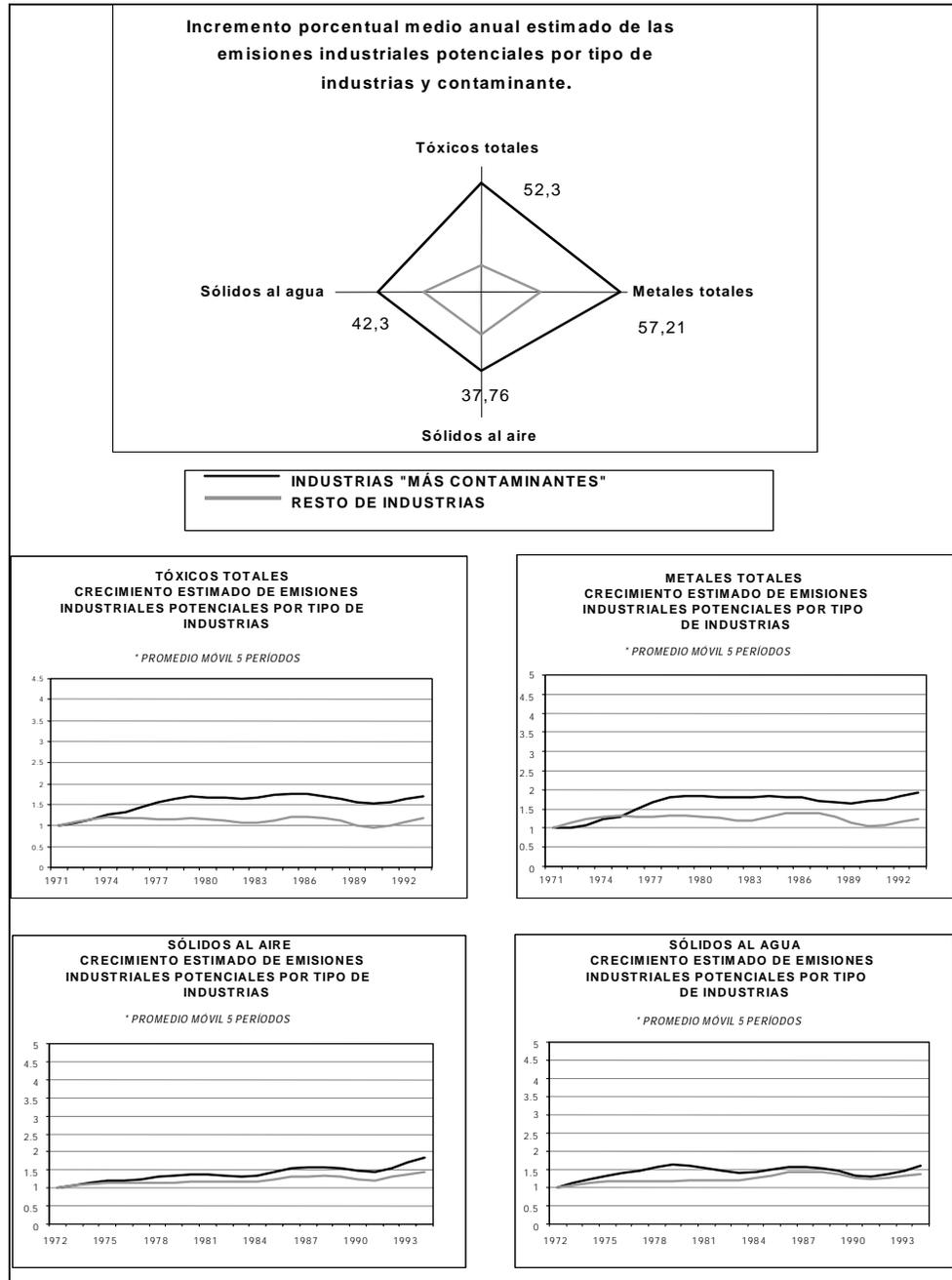
NICARAGUA: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1972 - 1983



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL

Gráfico 11.a

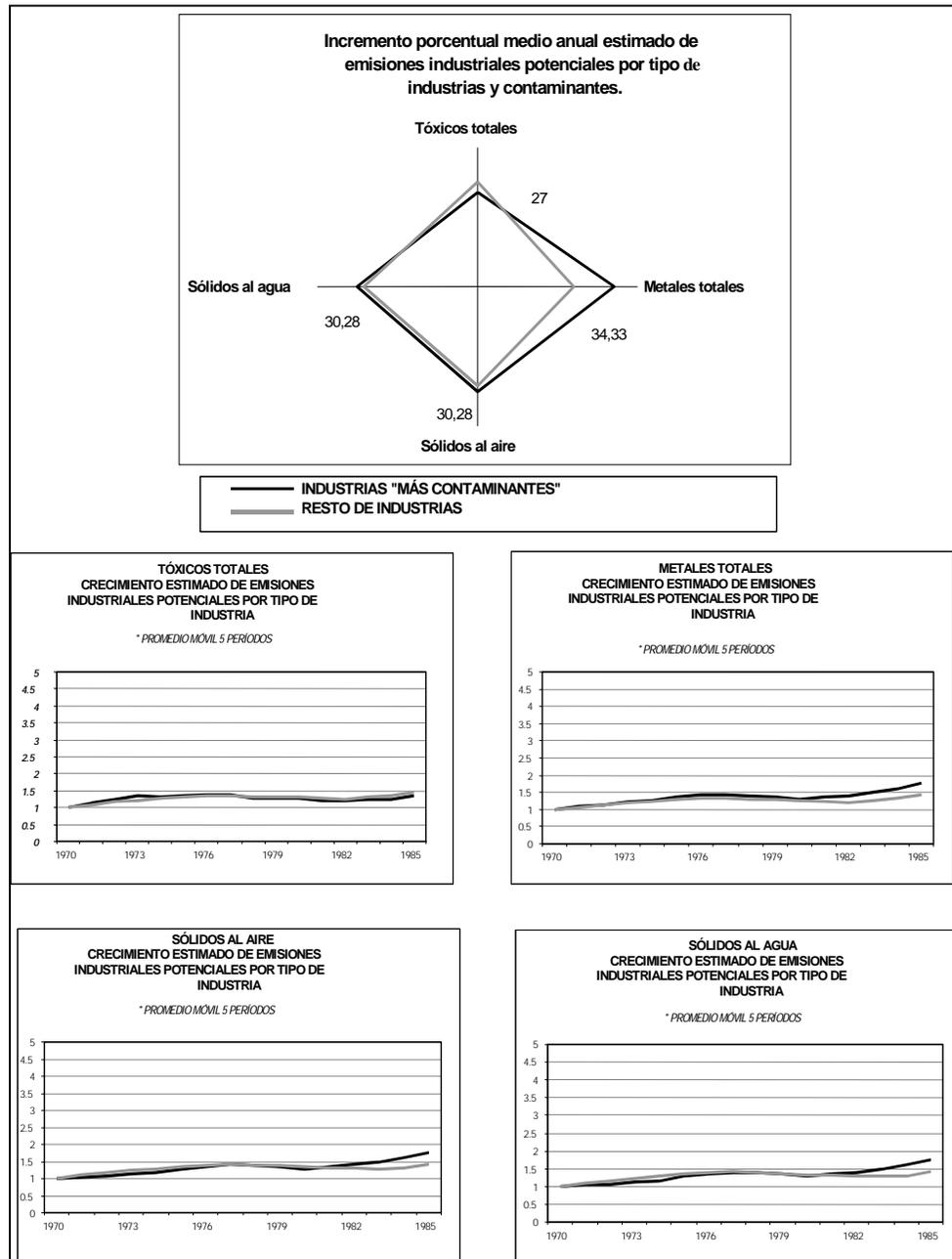
PERÚ: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1971 – 1993



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

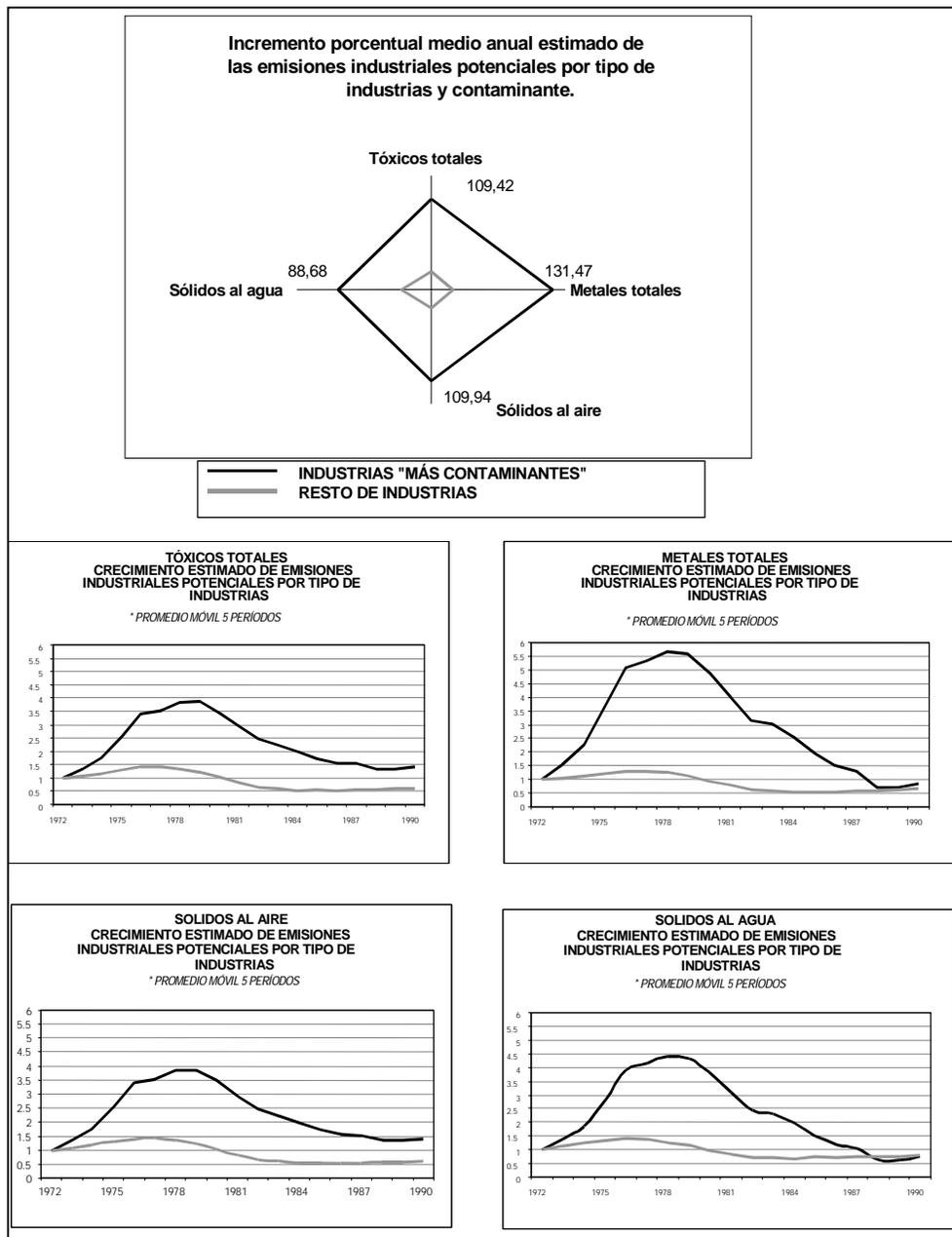
Gráfico 12.a

GUATEMALA: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1970 – 1985



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

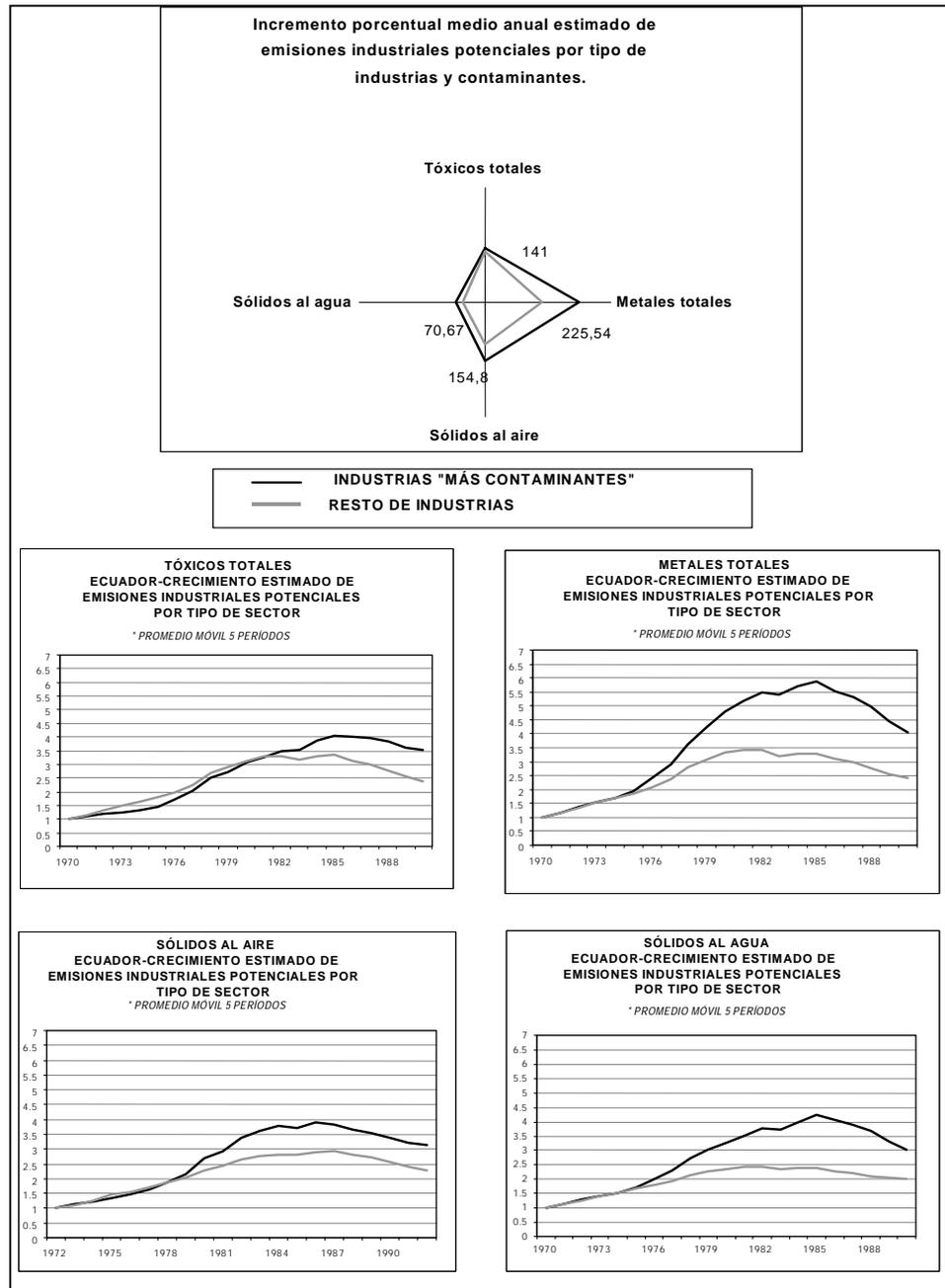
Gráfico 13.a
BOLIVIA: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1972 – 1990



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.

Gráfico 14.a

ECUADOR: EVOLUCIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE EMISIONES INDUSTRIALES POTENCIALES POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE: 1970 – 1990



Fuente: Elaboración propia en base a factores de emisión, Banco Mundial, 1998, y Sistema de Estadísticas Industriales (PADI), CEPAL.



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL

medio ambiente y desarrollo

Números publicados

1. Las reformas del sector energético en América Latina y el Caribe (LC/L.1020), abril de 1997. E-mail: fsanchez@eclac.cl, haltomonte@eclac.cl
2. Private participation in the provision of water services. Alternative means for private participation in the provision of water services (LC/L.1024), May, 1997. E-mail: ajoravlev@eclac.cl
3. Management procedures for sustainable development (applicable to municipalities, micro region and river basins) (LC/L.1053), August, 1997. E-mail: adourojeanni@eclac.cl, rsalgado@eclac.cl
4. El Acuerdo de las Naciones Unidas sobre pesca en alta mar: una perspectiva regional a dos años de su firma (LC/L.1069), septiembre de 1997. E-mail: rsalgado@eclac.cl
5. Litigios pesqueros en América Latina (LC/L.1094), febrero de 1998. E-mail: rsalgado@eclac.cl
6. Prices, property and markets in water allocation (LC/L.1097), febrero de 1998. E-mail: tlee@eclac.cl, ajouralev@eclac.cl. Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua (LC/L.1097), October, 1998. E-mail: tlee@eclac.cl, ajouralev@eclac.cl
7. Sustainable development of human settlements: Achievements and challenges in housing and urban policy in Latin America and the Caribbean (LC/L.1106), March, 1998. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
Desarrollo sustentable de los asentamientos humanos: Logros y desafíos de las políticas habitacionales y urbanas de América Latina y el Caribe (LC/L.1106), octubre de 1998. dsimioni@eclac.cl [www](#)
8. Hacia un cambio de los patrones de producción: Segunda Reunión Regional para la Aplicación del Convenio de Basilea en América Latina y el Caribe (LC/L.1116 y LC/L.1116 Add/1), vols. I y II, en edición. E-mail: cartigas@eclac.cl, rsalgados@eclac.cl
9. La industria del gas natural y las modalidades de regulación en América Latina, Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina" (LC/L.1121), abril de 1998. E-mail fsanchez@eclac.cl [www](#)
10. Guía para la formulación de los marcos regulatorios, Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina" (LC/L.1142), agosto de 1998. E-mail: fsanchez@eclac.cl [www](#)
11. Panorama minero de América Latina: la inversión en la década de los noventa, Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina" (LC/L.1148), octubre de 1998. E-mail: fsanchez@eclac.cl [www](#)
12. Las reformas energéticas y el uso eficiente de la energía en el Perú, Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina" (LC/L.1159), noviembre de 1998. E-mail: fsanchez@eclac.cl [www](#)
13. Financiamiento y regulación de las fuentes de energía nuevas y renovables: el caso de la geotermia (LC/L.1162) diciembre de 1998. E-mail: mcoviello@eclac.cl [www](#)
14. Las debilidades del marco regulatorio eléctrico en materia de los derechos del consumidor. Identificación de problemas y recomendaciones de política, Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina" (LC/L.1164), enero de 1999. E-mail: fsanchez@eclac.cl [www](#)
15. Primer Diálogo Europa-América Latina para la Promoción del Uso Eficiente de la Energía, Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina" (LC/L.1187), marzo de 1999. E-mail: fsanchez@eclac.cl [www](#)
16. Lineamientos para la regulación del uso eficiente de la energía en Argentina, Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina" (LC/L.1189), marzo de 1999. E-mail: fsanchez@eclac.cl [www](#)

17. Marco legal e institucional para promover el uso eficiente de la energía en Venezuela, Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina” (LC/L.1202), abril de 1999. E-mail: fsanchez@eclac.cl [www](#)
18. Políticas e instituciones para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe, José Antonio Ocampo (LC/L.1260-P), N° de venta: S.99.II.G.37 (US\$ 10.00), septiembre de 1999. E-mail: jocampo@eclac.cl [www](#)
19. Impactos ambientales de los cambios en la estructura exportadora en nueve países de América Latina y el Caribe: 1980-1995, Marianne Schaper (LC/L.1241/Rev.1-P), N° de venta: S.99.II.G.44 (US\$ 10.00), octubre de 2000. E-mail: mschaper@eclac.cl [www](#)
20. Marcos regulatorios e institucionales ambientales de América Latina y el Caribe en el contexto del proceso de reformas macroeconómicas: 1980-1990, Guillermo Acuña (LC/L.1311-P), N° de venta: S.99.II.G.26 (US\$ 10.00), diciembre de 1999. E-mail: gacuna@eclac.cl [www](#)
21. Consensos urbanos. Aportes del Plan de Acción Regional de América Latina y el Caribe sobre Asentamientos Humanos, Joan Mac Donald y Daniela Simioni (LC/L.1330-P), N° de venta: S.00.II.G.38 (US\$ 10.00), diciembre de 1999. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
Urban consensus. Contributions from the Latin America and the Caribbean Regional Plan of Action on Human Settlements, Joan MacDonald y Daniela Simioni (LC/L.1330-P), Sales N°: E.00.II.G.38 (US\$ 10.00), June, 2000. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
22. Contaminación industrial en los países latinoamericanos pre y post reformas económicas, Claudia Schatan (LC/L.1331-P), N° de venta: S.00.II.G.46 (US\$ 10.00), diciembre de 1999. E-mail: mschaper@eclac.cl [www](#)
23. Trade liberation and industrial pollution in Brazil, Claudio Ferraz and Carlos E.F. Young (LC/L.1332-P), Sales N°: E.00.II.G.47 (US\$ 10.00), December, 1999. E-mail: mschaper@eclac.cl [www](#)
24. Reformas estructurales y composición de las emisiones contaminantes industriales. Resultados para México, Fidel Aroche Reyes (LC/L.1333-P), N° de venta: S.00.II.G.42 (US\$ 10.00), mayo de 2000. E-mail: mschaper@eclac.cl [www](#)
25. El impacto del programa de estabilización y las reformas estructurales sobre el desempeño ambiental de la minería de cobre en el Perú: 1990-1997, Alberto Pascó-Font (LC/L.1334-P), N° de venta: S.00.II.G.43, (US\$ 10.00), mayo de 2000. E-mail: mschaper@eclac.cl [www](#)
26. Servicios urbanos y equidad en América Latina. Un panorama con base en algunos casos, Pedro Pérez (LC/L.1320-P), N° de venta: S.00.II.G.95 (US\$ 10.00), septiembre de 2000. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
27. Pobreza en América Latina: Nuevos escenarios y desafíos de políticas para el hábitat urbano, Camilo Arraigada (LC/L.1429-P), N° de venta: S.00.II.G.107, (US\$ 10.00), octubre de 2000. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
28. Informalidad y segregación urbana en América Latina. Una aproximación, Nora Clichevsky (LC/L.1430-P), N° de venta: S.99.II.G.109 (US\$ 10.00), octubre de 2000. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
29. Lugares o flujos centrales: los centros históricos urbanos, Fernando Carrión (LC/L.1465-P), N° de venta: S.01.II.G.6 (US\$ 10.00), diciembre de 2000. E-mail: rjordan@eclac.cl [www](#)
30. Indicadores de gestión urbana. Los observatorios urbano-territoriales para el desarrollo sostenible. Manizales, Colombia, Luz Stella Velásquez (LC/L.1483-P), N° de venta: S.01.II.G.24 (US\$ 10.00), enero de 2001. E-mail: rjordan@eclac.cl [www](#)
31. Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes, Jean Acquatella (LC/L.1488-P), N° de venta: S.01.II.G.28 (US\$ 10.00), enero de 2001. E-mail: jacquatella@eclac.cl [www](#)
32. Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana. El caso de la ciudad de Santiago, Cecilia Dooner, Constanza Parra y Cecilia Montero (LC/L.1532-P), N° de venta: S.01.II.G.77 (US\$ 10.00), abril de 2001. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
33. Gestión urbana: plan de descentralización del municipio de Quilmes, Buenos Aires, Argentina, Eduardo Reese (LC/L.1533-P), N° de venta: S.01.II.G.78 (US\$ 10.00), abril de 2001. E-mail: rjordan@eclac.cl [www](#)
34. Gestión urbana y gobierno de áreas metropolitanas, Alfredo Rodríguez y Enrique Oviedo (LC/L.1534-P), N° de venta: S.01.II.G.79 (US\$ 10.00), mayo de 2001. E-mail: rjordan@eclac.cl [www](#)

35. Gestión urbana: recuperación del centro de San Salvador, El Salvador. Proyecto Calle Arce, Jaime Barba y Alma Córdoba (LC/L.1537-P), N° de venta: S.01.II.G.81 (US\$ 10.00), mayo de 2001. E-mail: rjordan@eclac.cl [www](#)
36. Consciência dos cidadãos o poluição atmosférica na região metropolitana de São Paulo - RMSP, Pedro Roberto Jacobi y Laura Valente de Macedo (LC/L.1543-P), N° de venta: S.01.II.G.84 (US\$ 10.00), mayo de 2001. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
37. Environmental values, valuation methods, and natural damage assessment, Cesare Dosi (LC/L.1552-P), Sales N°: E.01.II.G.93 (US\$ 10.00), June, 2001. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
38. Fundamentos económicos de mecanismos de flexibilidad para la reducción internacional de emisiones en el marco de la Convención de cambio Climático (UNFCCC), Jean Acquatella (LC/L.1556-P), N° de venta: S.01.II.G.101 (US\$ 10.00), julio de 2001. E-mail: jacquatella@eclac.cl [www](#)
39. Fundamentos territoriales y biorregionales de la planificación, Roberto Guimarães (LC/L.1562-P), N° de venta: S.01.II.G.108 (US\$ 10.00), julio de 2001. E-mail: rguimaraes@eclac.cl [www](#)
40. La gestión local, su administración, desafíos y opciones para el fortalecimiento productivo municipal en Caranavi, Departamento de La Paz, Bolivia, Jorge Salinas (LC/L.1577-P), N° de venta: S.01.II.G.119 (US\$ 10.00), agosto de 2001. E-mail: jsalinas@eclac.cl [www](#)
41. Evaluación ambiental de los acuerdos comerciales: un análisis necesario, Carlos de Miguel y Georgina Núñez (LC/L.1580-P), N° de venta: S.01.II.G.123 (US\$ 10.00), agosto de 2001. E-mail: cdemiguel@eclac.cl y gnunez@eclac.cl [www](#)
42. Nuevas experiencias de concentración público-privada: las corporaciones para el desarrollo local, Constanza Parra y Cecilia Dooner (LC/L.1581-P), N° de venta: S.01.II.G.124 (US\$ 10.00), agosto de 2001. E-mail: rjordan@eclac.cl [www](#)
43. Organismos genéticamente modificados: su impacto socioeconómico en la agricultura de los países de la Comunidad Andina, Mercosur y Chile, Marianne Schaper y Soledad Parada (LC/L.1638-P), N° de venta: S.01.II.G.176 (US\$ 10.00), noviembre de 2001. E-mail: mschaper@eclac.cl [www](#)
44. Dinámica de valorización del suelo en el área metropolitana del Gran Santiago y desafíos del financiamiento urbano, Camilo Arraigada Luco y Daniela Simioni (LC/L.1646-P), N° de venta: S.01.II.G.185 (US\$ 10.00), noviembre de 2001. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
45. El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe, Pedro Felipe Montes Lira (LC/L.1647-P), N° de venta: S.01.II.G.186, (US\$ 10.00), diciembre de 2001. E-mail: rjordan@eclac.cl [www](#)
46. Evolución del comercio y de las inversiones extranjeras e industrias ambientalmente sensibles: Comunidad Andina, Mercosur y Chile (1990-1999), Marianne Schaper y Valerie Onffroy de Vèréz (LC/L.1676-P), N° de venta: S.01.II.G.212 (US\$ 10.00), diciembre de 2001. E-mail: mschaper@eclac.cl [www](#)
47. Aplicación del principio contaminador-pagador en América Latina. Evaluación de la efectividad ambiental y eficiencia económica de la tasa por contaminación hídrica en el sector industrial colombiano, Luis Fernando Castro, Juan Carlos Caicedo, Andrea Jaramillo y Liana Morera (LC/L.1691-P), N° de venta: S.02.II.G.15, (US\$ 10.00), febrero de 2002. E-mail: jacquatella@eclac.cl [www](#)
48. Las nuevas funciones urbanas: gestión para la ciudad sostenible (varios autores) (LC/L.1692-P), N° de venta: S.02.II.G.32 (US\$ 10.00), abril de 2002. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
49. Pobreza y políticas urbano-ambientales en Argentina, Nora Clichevsky (LC/L.1720-P), N° de venta: S.02.II.G.31 (US\$ 10.00), abril de 2002. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
50. Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales, Jorge Enrique Vargas (LC/L.1723-P), N° de venta: S.02.II.G.34 (US\$ 10.00), abril de 2002. E-mail: dsimioni@eclac.cl [www](#)
51. Uso de instrumentos económicos para la gestión ambiental en Costa Rica, Jeffrey Orozco B. y Keynor Ruiz M. (LC/L.1735-P), N° de venta: S.02.II.G.45 (US\$ 10.00), junio de 2002. E-mail: jacquatella@eclac.cl [www](#)
52. Gasto, inversión y financiamiento para el desarrollo sostenible en Argentina, Daniel Chudnovsky y Andrés López (LC/L.1758-P), N° de venta: S.02.II.G.70 (US\$ 10.00), octubre de 2002. E-mail: cdemiguel@eclac.cl [www](#)
53. Gasto, inversión y financiamiento para el desarrollo sostenible en Costa Rica, Gerardo Barrantes (LC/L.1760-P), N° de venta: S.02.II.G.74 (US\$ 10.00), octubre de 2002. E-mail: cdemiguel@eclac.cl [www](#)

54. Gasto, inversión y financiamiento para el desarrollo sostenible en Colombia, Francisco Alberto Galán y Francisco Javier Canal (LC/L.1788-P), Sales N°: S.02.II.G.102 (US\$ 10.00), noviembre de 2002. E-mail: cdemiguel@eclac.cl www
55. Gasto, inversión y financiamiento para el desarrollo sostenible en México, Gustavo Merino y Ramiro Tovar (LC/L.1809-P) N° de venta: S.02.II.G.102 (US\$ 10.00), noviembre de 2002. E-mail: cdemiguel@eclac.cl www
56. Expenditures, Investment and Financing for Sustainable Development in Trinidad and Tobago, Desmond Dougall and Wayne Huggins (LC/L.1795-P), Sales N°: E.02.II.G.107 (US\$ 10.00), November, 2002. E-mail: cdemiguel@eclac.cl www
57. Gasto, inversión y financiamiento para el desarrollo sostenible en Chile, Francisco Brzovic (LC/L.1796-P), N° de venta: S.02.II.G.108 (US\$ 10.00), noviembre de 2002. E-mail: cdemiguel@eclac.cl www
58. Expenditures, Investment and Financing for Sustainable Development in Brazil, Carlos E. F. Young and Carlos A. Roncisvalle (LC/L.1797-P), Sales N°: E.02.II.G.109 (US\$ 10.00), November, 2002. E-mail: cdemiguel@eclac.cl www
59. La dimensión espacial en las políticas de superación de la pobreza urbana, Rubén Kaztman (LC/L.1790-P) N° de venta: S.02.II.G.104 (US\$ 10.00), mayo de 2003. E-mail: dsimioni@eclac.cl www
60. Estudio de caso: Cuba. Aplicación de Instrumentos económicos en la política y la gestión ambiental, Raúl J. Garrido Vázquez (LC/L.1791-P), N° de venta: S.02.II.G.105 (US\$ 10.00), mayo de 2003. E-mail: jacquatella@eclac.cl www
61. Necesidades de bienes y servicios ambientales en las micro y pequeñas empresas: el caso mexicano, Lilia Domínguez Villalobos (LC/L.1792-P), N° de venta: S.02.II.G.106 (US\$ 10.00), mayo de 2003. E-mail: mschaper@eclac.cl www
62. Gestión municipal para la superación de la pobreza: estrategias e instrumentos de intervención en el ámbito del empleo, a partir de la experiencia chilena, Daniel González Vukusich (LC/L.1802-P), N° de venta: S.02.II.G.115 (US\$ 10.00), abril de 2003. E-mail: rjordan@eclac.cl www
63. Necesidades de bienes y servicios para el mejoramiento ambiental de las pyme en Chile. Identificación de factores críticos y diagnóstico del sector, José Leal (LC/L.1851-P), N° de venta: S.03.II.G.15 (US\$ 10.00), marzo de 2003. E-mail: mailto:mschaper@eclac.cl www
64. A systems approach to sustainability and sustainable development, Gilberto Gallopín (LC/L.1864-P), Sales N°: E.03.II.G.35 (US\$ 10.00), March, 2003. E-mail: ggallopin@eclac.cl www
Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico, Gilberto Gallopín (LC/L.1864-P), N° de venta: S.03.II.G.35 (US\$ 10.00), mayo de 2003. E-mail: ggallopin@eclac.cl www
65. Necesidades de bienes y servicios ambientales de las pyme en Colombia: identificación y diagnóstico Bart van Hoof (LC/L.1940-P), N° de venta: S.03.II.G.98 (US\$ 10.00), agosto, 2003. E-mail: mschaper@eclac.cl www
66. Gestión urbana para el desarrollo sostenible de ciudades intermedias en el departamento de La Paz, Bolivia, Edgar Benavides, Nelson Manzano y Nelson Mendoza (LC/L.1961-P), N° de venta: S.03.II.G.118 (US\$ 10.00), agosto de 2003. E-mail: rjordan@eclac.cl www
67. Tierra de sombras: desafíos de la sustentabilidad y del desarrollo territorial y local ante la globalización corporativa, Roberto P. Guimarães (LC/L. 1965-P), N° de venta: S.03.II.G.124 (US\$ 10.00), septiembre de 2003. E-mail: rguimaraes@eclac.cl www
68. Análisis de la oferta de bienes y servicios ambientales para abastecer las necesidades de las pyme en Chile. Base de datos y evaluación de potencialidades, José Leal (LC/L.1967-P), N° de venta: S.03.II.G.127 (US\$ 10.00), septiembre de 2003. E-mail: mschaper@eclac.cl www
69. Servicios públicos urbanos y gestión local en América Latina y El Caribe: problemas, metodologías y políticas, Ivonne Antúnez y Sergio Galilea O. (LC/L.1968-P), N° de venta: S.03.II.G.128 (US\$ 10.00), septiembre de 2003. E-mail: rjordan@eclac.cl www
70. Necesidades de bienes y servicios ambientales de las pyme en Colombia: oferta y oportunidades de desarrollo, Bart van Hoof (LC/L.1971-P), N° de venta: S.03.II.G.129 (US\$ 10.00), septiembre de 2003. E-mail: mschaper@eclac.cl www
71. Beneficios y costos de políticas públicas ambientales en la gestión de residuos sólidos: Chile y países seleccionados, José Concha Góngora, (LC/L.1992-P), N° de venta: S.02.II.G.154 (US\$ 10.00), octubre de 2003. E-mail: rguimaraes@eclac.cl www
72. La responsabilidad social corporativa en un marco de desarrollo sostenible, Georgina Núñez (LC/L.2004-P), N° de venta: S.02.II.G.165 (US\$ 10.00), noviembre de 2003. E-mail: gnunez@eclac.cl www

73. Elementos claves y perspectivas prácticas en la gestión urbana actual, Francisco Sagredo Cáceres y Horacio Maximiliano Carbonetti (LC/L.2015-P), N° de venta: S.03.II.G.176 (US\$ 10.00), noviembre de 2003. E-mail: rjordan@eclac.cl www
74. Análisis comparativo de las necesidades ambientales de las pyme en Chile, Colombia y México, Ursula Araya (LC/L.2016-P), N° de venta: S.03.II.G.177 (US\$ 10.00), noviembre de 2003. E-mail: mschaper@eclac.cl www
75. Pobreza y acceso al suelo urbano. Algunas interrogantes sobre las políticas de regularización en América Latina, Nora Clichevsky (LC/L.2025-P), N° de venta: S.03.II.G.189 (US\$ 10.00), noviembre de 2003. E-mail: rjordan@eclac.cl www
76. Integración, coherencia y coordinación de políticas públicas sectoriales (reflexiones para el caso de las políticas fiscal y ambiental), Juan Carlos Lerda, Jean Acquatella y José Javier Gómez (LC/L.2026-P), N° de venta: S.03.II.G.190 (US\$ 10.00), diciembre de 2003. E-mail: jacquatella@eclac.cl www
77. Demanda y oferta de bienes y servicios ambientales por parte de la pyme: el caso argentino, Martina Chidiak (LC/L.2034-P), N° de venta: S.03.II.G.198 (US\$ 10.00), diciembre de 2003. E-mail: mschaper@eclac.cl www
78. Cláusulas ambientales y de inversión extranjera directa en los tratados de libre comercio suscritos por México y Chile, Mauricio Rodas (LC/L.2038-P), N° de venta: S.03.II.G.204 (US\$ 10.00), diciembre de 2003. E-mail: gacuna@eclac.cl www
79. Oferta de bienes y servicios ambientales para satisfacer las necesidades de micro y pequeñas empresas: el caso mexicano, David Romo (LC/L.2065-P), N° de venta: S.04.II.G.8 (US\$ 10.00), enero de 2004. E-mail: mschaper@eclac.cl www
80. Desafíos y propuestas para la implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión de América Latina y el Caribe: el caso de Perú, Raúl A. Tolmos (LC/L.2073-P), N° de venta: S.04.II.G.16 (US\$ 10.00), febrero de 2004. E-mail: jacquatella@eclac.cl www
81. Desafíos y propuestas para la implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión de América Latina y el Caribe: el caso de Argentina, Eduardo Beaumont Roveda (LC/L.2074-P), N° de venta: S.04.II.G.17 (US\$ 10.00), febrero de 2004. E-mail: jacquatella@eclac.cl www
82. Microcrédito y gestión de servicios ambientales urbanos: casos de gestión de residuos sólidos en Argentina, Martina Chidiak y Néstor Bercovich (LC/L.2084-P), N° de venta: S.04.II.G.23 (US\$ 10.00), marzo de 2004. E-mail: mschaper@eclac.cl www
83. El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas, Lorenzo Eguren C. (LC/L.2085-P), N° de venta: S.04.II.G.24 (US\$ 10.00), marzo de 2004. E-mail: jacquatella@eclac.cl www
84. Technological evaluation of biotechnology capability in Amazon institutions, Marília Coutinho (LC/L.2086-P), Sales N°: S.04.II.G.25 (US\$ 10.00), March, 2004. E-mail: jgomez@eclac.cl www
85. Responsabilidad social corporativa en América Latina: una visión empresarial, María Emilia Correa, Sharon Flynn y Alon Amit (LC/L.2104-P), N° de venta: S.04.II.G.42 (US\$ 10.00), abril de 2004. E-mail: gnunez@eclac.cl www
86. Urban poverty and habitat precariousness in the Caribbean, Robin Rajack and Shrikant Barhate (LC/L.2105-P), Sales N°: E.04.II.G.43 (US\$ 10.00), abril, 2004. E-mail: rjordan@eclac.cl www
87. La distribución espacial de la pobreza en relación a los sistemas ambientales en América Latina, Andrés Ricardo Schuschny y Gilberto Carlos Gallopín (LC/L. 2157-P), N° de venta: S.04.G.85 (US\$ 10.00), junio de 2004. E-mail: ggallopin@eclac.cl www
88. El mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso y forestería (LULUCF) y su potencial en la región latinoamericana, Luis Salgado. (LC/L. 2184-P), N° de venta: S.04.II.G.111 (US\$ 10.00), octubre de 2004. E-mail: jacquatella@eclac.cl www
89. La oferta de bienes y servicios ambientales en Argentina. El papel de la Pymes, Andrés López (LC/L. 2191-P), N° de venta: S.04.II.G.118 (US\$ 10.00), octubre de 2004. E-mail: jleal@eclac.cl www
90. Política y gestión ambiental en Argentina: gasto y financiamiento. Oscar Cetrángolo, Martina Chidiak, Javier Curcio, Verónica Guttman (LC/L. 2190-P), N° de venta: S.04.II.G.117 (US\$ 10.00), octubre de 2004. E-mail: cdemiguel@eclac.cl www
91. La sostenibilidad ambiental del desarrollo en Argentina: tres futuros. Gilberto Carlos Gallopín (LC/L. 2197-P), N° de venta: S.04.II.G.123 (US\$ 10.00), octubre de 2004. E-mail: ggallopin@eclac.cl www
92. A coordenação entre as políticas fiscal e ambiental no Brasil: a perspectiva dos governos estaduais. Jorge Jatobá (LC/L. 2212/Rev.1-P), N° de venta: S.04.II.G.134 (US\$ 10.00), noviembre del 2004. E-mail: jgomez@eclac.cl www

93. Identificación de áreas de oportunidad en el sector ambiental de América Latina y el Caribe. Casos exitosos de colaboración entre industrias para formular alianzas. Ana María Ruz, Hernán Mladinic (LC/L.2249-P), N° de venta: S.05.II.G.7 (US\$ 10.00), enero de 2005. E-mail: jleal@eclac.cl [www](#)
94. Políticas e instrumentos para mejorar la gestión ambiental de la pyme en Colombia y promover su oferta en material de bienes y servicios ambientales. Bart Van Hoof (LC/L.2268-P), N° de venta: S.02.II.G.21 (US\$ 10.00), febrero 2005. E-mail: jleal@eclac.cl [www](#)
95. Políticas e instrumentos para mejorar la gestión ambiental en la pyme y promover la oferta de bienes y servicios ambientales: el caso de México. David Romo (LC/L.2269-P), N° de venta: S.04.II.G.22 (US\$ 10.00), febrero 2005. E-mail: jleal@eclac.cl [www](#)
96. Políticas para mejorar la gestión ambiental en las pymes argentinas y promover su oferta de bienes y servicios ambientales. Néstor Bercovich, Andrés López (LC/L.2270-P), N° de venta: S.05.II.G.23 (US\$ 10.00), febrero 2005. E-mail: jleal@eclac.cl [www](#)
97. Evolución de las emisiones industriales potenciales en América Latina, 1970-2000. Laura Ortíz M., Andrés R. Schuschny, Giberto C. Gallopín (LC/L.2271-P), N° de venta: S.04.II.G.24 (US\$ 10.00), febrero 2005. E-mail: ggallopín@eclac.cl [www](#)

-
- El lector interesado en adquirir números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile, Fax (562) 210 2069, correo electrónico: publications@cepal.org

[www](#) Disponible también en Internet: <http://www.cepal.org/> o <http://www.eclac.org>

| |
|--------------------------------------|
| Nombre:..... |
| Actividad: |
| Dirección: |
| Código postal, ciudad, país: |
| Tel.: Fax: E.mail: |