

# Tendencias del flujo de materiales y productividad de recursos en América Latina

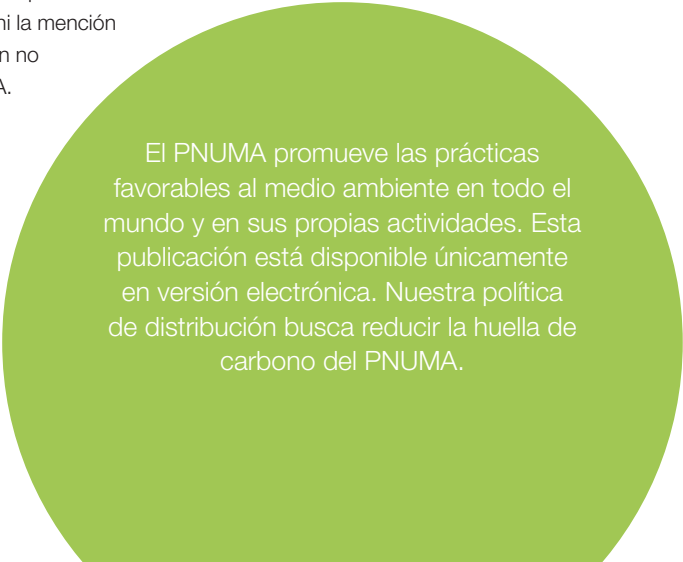


© 2013 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente  
Publicación: Tendencias del flujo de materiales y productividad de recursos en América Latina. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.  
Publicado en junio de 2013  
Número de trabajo: DEW/1578/PA

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y en cualquier forma para fines educativos o sin fines de lucro, sin ningún otro permiso especial del titular de los derechos, bajo la condición de que se identifique la fuente de la que proviene. El PNUMA agradecerá que se le remita un ejemplar de cualquier texto cuya fuente haya sido la presente publicación. No está autorizado el empleo de esta publicación para su venta o para otros usos comerciales sin el permiso previo por escrito del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

#### **Descargo de responsabilidad**

Las designaciones empleadas y la presentación del material de la presente publicación no implican la expresión de ninguna opinión por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente con respecto a la situación jurídica de ningún país, territorio, ciudad o área o sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. Asimismo, los puntos de vista expresados no reflejan necesariamente los puntos de vista o la política del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ni la mención de una empresa comercial o un producto en esta publicación no implica respaldo alguno de los mismos por parte del PNUMA.



El PNUMA promueve las prácticas favorables al medio ambiente en todo el mundo y en sus propias actividades. Esta publicación está disponible únicamente en versión electrónica. Nuestra política de distribución busca reducir la huella de carbono del PNUMA.



# **Tendencias del flujo de materiales y productividad de recursos en América Latina**



# Índice

Agradecimientos.....	2
Lista de acrónimos relacionados con el flujo de materiales y la eficiencia de recursos.....	3
1. Mensajes principales.....	4
2. Introducción.....	5
Recuadro 1. Metodología para la preparación de la base de datos y fuentes de información.....	6
3. Patrones de uso y eficiencia de materiales en América Latina.....	7
4. Patrones de uso y eficiencia de materiales en países seleccionados.....	16
5. Países seleccionados.....	18
5.1 Argentina.....	19
5.2 Estado Plurinacional de Bolivia.....	20
5.3 Brasil.....	21
5.4 Chile.....	22
5.5 Colombia.....	23
5.6 Ecuador.....	24
5.7 Guatemala.....	25
5.8 México.....	26
5.9 Perú.....	27
5.10 República Bolivariana de Venezuela.....	28
6. Fuerzas motrices de los patrones de uso y eficiencia de materiales.....	29
7. Observaciones finales.....	34
8. Epílogo: nota sobre el alcance de este informe.....	35
Referencias.....	36



# Agradecimientos

El presente informe es el resultado de un proyecto de colaboración entre la *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO) y las oficinas regionales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) de Asia y el Pacífico y de América Latina y el Caribe.

Los autores desean agradecer a Anna Stabrawa (Oficina del PNUMA para Asia y el Pacífico, Bangkok), Graciela Metternicht y Elisa Tonda (Oficina del PNUMA para América Latina y el Caribe, Ciudad de Panamá) sus contribuciones al presente documento. También desean expresar su agradecimiento a Tommy Wiedmann y Karin Hosking (CSIRO Ecosystem Sciences) por la revisión y la corrección del informe, respectivamente, y al Dr. Joan Martínez-Alier (UAB, Barcelona), el Dr. Walter Pengue (UNGS, Argentina), la Dra. Ana Citlalic González Martínez (consultora, Singapur) y a Mauricio E. Blanco Redondo (Gobierno de Colombia) por sus valiosas opiniones. Gracias a Peerayot Sidonrusmee por el diseño de esta publicación.

## ***Lista de siglas relacionadas con el flujo de materiales y la eficiencia de recursos***

- BCF** Balanza comercial física (Importaciones netas – Exportaciones netas)
- CDM** Consumo doméstico de materiales (= ED – BCF)
- ED** Extracción doméstica: Materiales extraídos del medio ambiente, que posteriormente se utilizan en la actividad económica
- IM** Intensidad de materiales (= CDM/PIB)
- PIB** Producto Interno Bruto
- I** Impacto (ambiental), según la terminología del análisis IPAT. En el presente informe, el impacto ambiental que se tiene en cuenta para los análisis del análisis IPAT es la presión extractiva, de modo que  $I = CDM$
- P** Población
- A** Nivel de afluencia de la población
- T** Coeficiente Tecnológico, según la terminología del análisis IPAT. Se trata de una medida del impacto ambiental (I) generado por unidad de ingresos generados. Para el presente estudio,  $T = CDM/PIB$ , y por tanto es equivalente a IM

# 1. Mensajes principales

La región de América Latina representa un 10% del consumo mundial de materias primas. Por esa razón, los acontecimientos que se producen en la región no ejercen un efecto importante en el total de las presiones extractivas a escala mundial. Sin embargo, lo contrario no es cierto. Incluso un incremento pequeño en la demanda de regiones más grandes, cuando se transfiere comercialmente, puede tener importantes efectos en los flujos de materiales de América Latina.

La región comenzó el período de 1970 a 2008 siendo relativamente ineficiente en la conversión de sus recursos primarios en ingresos, y poco a poco fue perdiendo eficiencia en la extracción de valor a medida que avanzaba el período. Los ejemplos de países que desafían dicha tendencia, sin bien son inusuales en esta región, existen y merecen un estudio más a fondo.

El importante aumento en el precio de los productos básicos en la primera década del siglo XXI frenó el ritmo en que había disminuido la eficiencia de los recursos en la región, aunque no logró revertirlo. Un retorno al deterioro de las condiciones comerciales que caracterizaron las últimas décadas del siglo XX probablemente provocaría un rápido aumento de las presiones sobre el medio ambiente en la región, simplemente para mantener los actuales niveles de vida y consumo.

El rápido incremento de la población, que provocó crecientes presiones sobre el medio ambiente en las décadas anteriores, ha disminuido considerablemente; por ello, en los últimos años el principal impulsor ha sido el aumento de los ingresos per cápita y el mayor consumo per cápita que este genera.

Las conclusiones del informe se fundamentan en la primera base de datos sobre flujos de materiales que ha sido específicamente creada para abarcar la mayor parte de los países de América Latina, empleando metodologías normalizadas de contabilidad de flujos de materiales.





## 2. Introducción

El presente informe se basa en una base de datos sobre flujos de materiales, establecida para la región de América Latina y el Caribe. La base de datos fue creada en seguimiento al informe “Eficiencia en el uso de los recursos en América Latina: Perspectivas e implicancias económicas” (PNUMA 2011a), con la finalidad de establecer un fundamento empírico más amplio y profundo en el cual puedan basarse los análisis relacionados específicamente a los flujos de materiales primarios y a los indicadores de la eficiencia en el uso de los recursos partiendo de dichos flujos.

El objetivo de este informe complementario es establecer cuentas nacionales de flujos de materiales para varias economías de la región, utilizando la mejor metodología disponible (Eurostat, 2011). Si bien para algunos países ya existían datos de ese tipo (véase la sección 8), esta es la primera vez que se dispone de información de numerosos países basada en una estructura contable coherente que, por lo tanto, permite hacer una comparación entre los países. Además, el informe presenta una reducida gama de medidas sobre la eficiencia de los recursos, tomando como base dichos flujos de materiales, especialmente la intensidad de materiales (CDM/PIB) y los flujos de materiales per cápita. Ayuda además, a comprender mejor los principales factores que impulsan el uso de los materiales. El análisis del consumo energético (a diferencia de los tonelajes de combustible de los cuales se obtiene generalmente la energía) no estaba comprendido en el alcance del presente informe, pero puede encontrarse información en varios informes de la Agencia Internacional de Energía. El informe original “Eficiencia en el uso de los recursos en América Latina: Perspectivas e implicancias económicas” contiene un análisis más amplio del contexto político, que tampoco entra en el ámbito del presente informe pese a los considerables impactos económicos, sociales y ambientales de las industrias extractivas y orientadas a la exportación que caracterizan parte de la base económica de América Latina. Un análisis detallado de los modelos económicos de los distintos países también está fuera del ámbito del presente informe.

La base de datos está concebida de acuerdo a los límites que la Oficina de Estadísticas de la Unión Europea (Eurostat 2011) considera materias primas para la contabilización de los flujos de materiales; por ello, este informe se limita a análisis basados en el flujo primario de materiales que pueden clasificarse como biomasa, minerales de construcción, combustibles fósiles, minerales metálicos y minerales industriales. No se estudian los asuntos relacionados con los recursos primarios que no pertenecen a dichas categorías, en especial el agua y el suelo, ni se ocupa explícitamente de las emisiones, temas que se han cubierto en distinto grado en el informe sobre la eficiencia en el uso de los recursos antes mencionado (centrado en Chile, México y los países del Mercosur) (PNUMA 2011a).

El ritmo al que la humanidad consume materias primas ha aumentado rápidamente desde la revolución industrial, en particular desde el auge de los nuevos estilos de vida que hacen uso intensivo de materiales y energía y el consumo masivo de mediados del siglo XX. Hasta hace poco, el aumento del uso de los recursos y especialmente la fracción relacionada con el comercio mundial, estaba dominado por la demanda de los países de la OCDE de altos ingresos. La tendencia está cambiando, debido a que el consumo de materiales viene impulsado por la demanda de países en desarrollo más poblados que están experimentando un rápido proceso de urbanización e industrialización. Gran parte de esta nueva dinámica está impulsada por los países de la región de Asia y el Pacífico (PNUMA 2011b); no obstante, la misma transición industrial también es evidente en América Latina. Además, aunque la demanda mundial de recursos naturales se debe en gran parte al crecimiento fuera de América Latina, la creciente globalización del comercio implica que las presiones de suministro se transfieren a la escala internacional. Si bien América Latina ha sido durante mucho tiempo fuente de materias primas para otras regiones, ahora la región acarrea presiones extractivas para suministrar materias primas a nuevos centros de demanda, al tiempo que intenta satisfacer las demandas de su propia transición industrial.

Para situar en un contexto más amplio las pautas de uso de recursos y trayectorias observadas en la región, generalmente se hacen comparaciones con las tendencias globales, y también comparaciones más específicas con la región de Asia y el Pacífico. A tal efecto se eligió esta última debido a que hace poco se concluyó un estudio similar sobre la eficiencia en el uso de los recursos, y porque es la región que ha impulsado gran parte del reciente aumento de la demanda de muchos de los productos primarios de América Latina (PNUMA 2011b).

## Recuadro 1. Metodología para la preparación de la base de datos y fuentes de información

En el siguiente sitio de Internet se encuentra un anexo técnico pormenorizado en el cual se describe la metodología y las fuentes de datos que se emplean en la construcción de la nueva base de datos que fundamenta el presente informe: [www.csiro.au/LatinAmericaCaribbeanResourceFlows](http://www.csiro.au/LatinAmericaCaribbeanResourceFlows). A continuación se resumen los elementos principales de dicho anexo.

Los principales conjuntos de datos base que se utilizan pueden consultarse en fuentes de acceso público (aunque a menudo no son gratuitas). Entre ellas se encuentran: EIA 2011, FAO 2011a, FAO 2011b, FAO 2011c, FAO 2011d, IEA 2011a, IEA 2011b, IEA 2011c, IEA 2011d, UN Statistics Division 2011a, UN Statistics Division 2011b, USGS 2011. Se excluyeron de la base de datos varios países más pequeños de la región, debido a problemas con la disponibilidad de los datos de base, coherencia y fiabilidad. Los 22 países que figuran en la base de datos se enumeran en la Tabla 5.

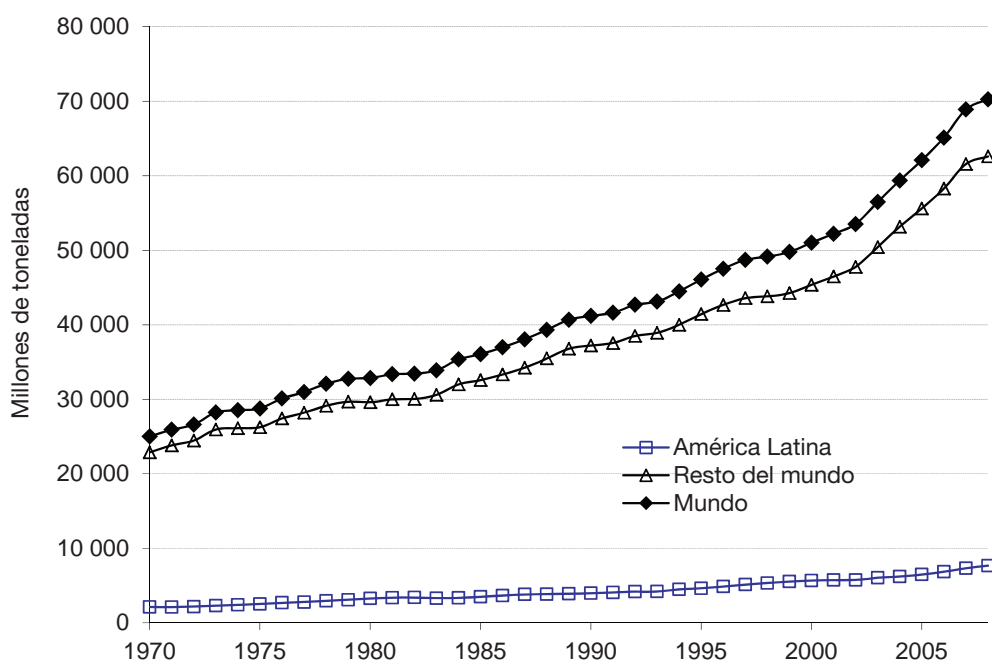
Las categorías de los materiales contemplados son las que se consideran materias primas en el marco de contabilización de flujos de materiales descrito por la Oficina de Estadística de la Unión Europea (Eurostat 2011), es decir, biomasa, minerales de construcción, combustibles fósiles, minerales metálicos y minerales industriales. Es importante señalar que, si bien los conjuntos de datos base empleados eran por lo general de gran calidad, a menudo estaban especificados en función de un material de valor extraído, en tanto que la nueva base de datos exige especificarlos en función de la extracción o de un modo similar. Por ejemplo, la base de datos USGS 2011 generalmente aporta datos sobre la producción minera en función del metal contenido, en tanto que para la producción minera de la nueva base de datos esta debe especificarse en función del mineral extraído. Ello requiere, como mínimo, considerar que los distintos metales tienen diferentes leyes. Para algunas de las subcategorías de materiales había muy pocos datos base directos, o de ningún tipo, por lo que se debió determinar los tonelajes mediante la construcción de modelos e inferencia. Ejemplo notable de ello es la creación de modelos para la biomasa de pastoreo.

La metodología utilizada para compilar la base de datos cumple, en la medida de lo posible, las directrices establecidas por Eurostat (2011); no obstante, cuando hubo discrepancias significativas con respecto a dichas directrices, el razonamiento que se utilizó y su aplicación se describen en detalle en [www.csiro.au/LatinAmericaCaribbeanResourceFlows](http://www.csiro.au/LatinAmericaCaribbeanResourceFlows).

Al tiempo de crear la base de datos, la frecuente falta de información sobre la extracción de materiales que posibilitarían el cálculo directo de la carga de extracción sobre el medio ambiente, puso de manifiesto la importancia de la cuarta recomendación del informe sobre eficiencia en el uso de los recursos para América Latina (PNUMA 2011a) respecto a la necesidad de mejorar la disponibilidad de estadísticas sobre el medio ambiente.

### 3. Patrones de uso y eficiencia de materiales en América Latina

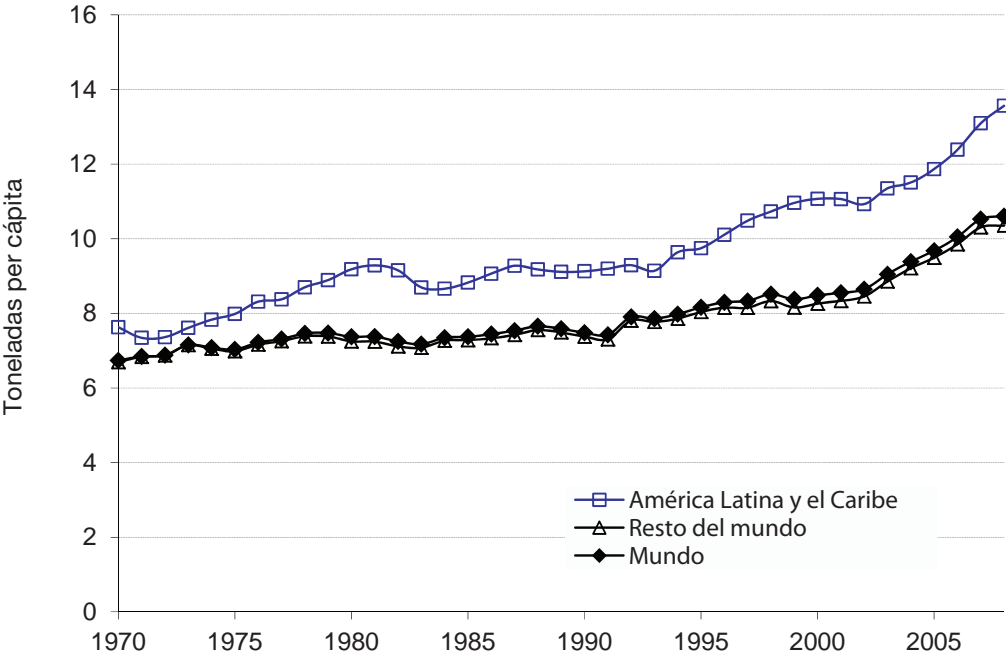
La Figura 1 muestra el consumo doméstico de materiales (CDM) en América Latina, el cual aumentó de 2 100 millones de toneladas a 7 700 millones de toneladas entre 1970 y 2008, es decir, a una tasa de crecimiento compuesta de 3,4% por año. Esta cifra es comparable a una tasa de crecimiento de 2,7% para el resto del mundo durante el mismo período, de modo que el porcentaje del CDM mundial de la región aumentó de 8,5% a 10,9% en dicho período. Como la región aún constituye una pequeña parte del total mundial, veremos en otros gráficos a continuación que hay muy poca diferencia entre los valores para el resto del mundo (es decir, a excepción de América Latina) y el mundo en total. La participación relativamente baja de la región de América Latina en el CDM mundial supone también que, aunque los cambios en la demanda local no tienen demasiado efecto en los promedios mundiales, pequeños cambios en los flujos de materiales en los principales centros de demanda, si se transfieren comercialmente, pueden tener importantes efectos en la región. En la Figura 1 puede observarse indicaciones al respecto. El paso natural a un mayor régimen de crecimiento para el resto del mundo a partir de 2002 se reflejó en un cambio similar del régimen de crecimiento dentro de la región. Subdividiendo el período total entre el período anterior y posterior a 2002, observamos que el crecimiento en el CDM dentro de la región aumentó considerablemente, de un 3,1% anual compuesto en el período inicial, a 4,9% en el período posterior. Este último régimen de crecimiento se vio impulsado en gran medida por la demanda externa, y se trata más adelante. Para un examen amplio y cualitativo de los factores históricos que impulsan las presiones ambientales en general en América Latina, se remite al lector a PNUMA (2011a), en tanto que los factores específicos que impulsan el CDM analizados en el marco IPAT<sup>1</sup> se tratan más adelante, en la sección 6 del presente informe.



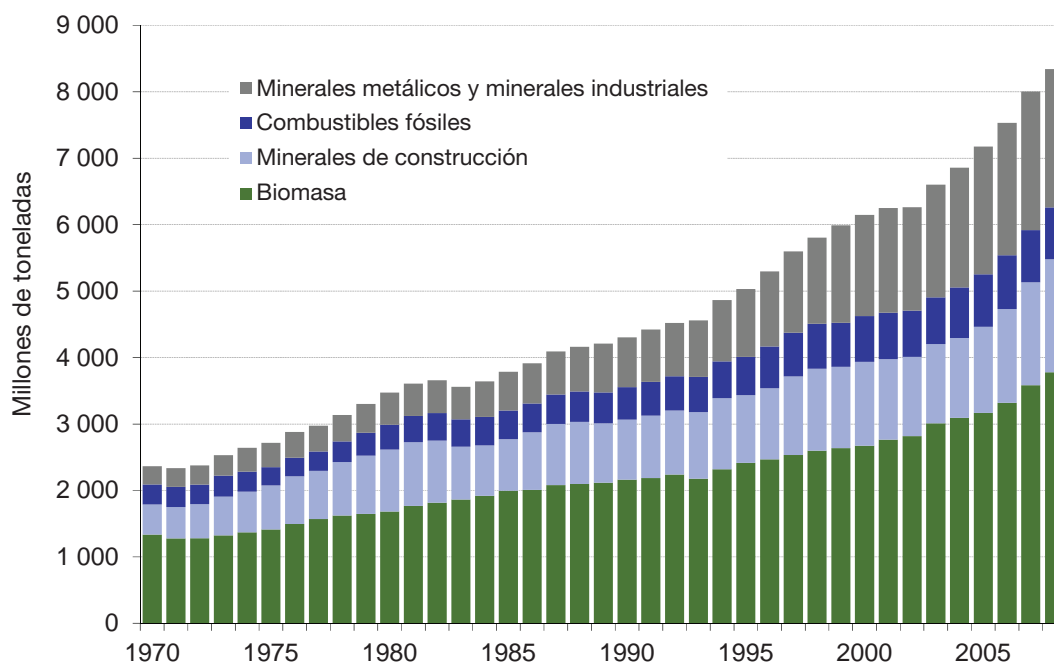
**Figura 1. Consumo doméstico de materiales para América Latina, resto del mundo, y el mundo, para los años 1970 a 2008**

<sup>1</sup> La ecuación desarrollada por Ehrlich y Holdren a principios de la década de 1970, afirma que un impacto ambiental (I) está impulsado por la población (P), el nivel de afluencia (A) y la tecnología (T).

En la Figura 2 observamos que el CDM per cápita para América Latina comenzó el período 1970–2008 levemente superior a los promedios mundiales, y desde ese entonces creció un 1,5% anual compuesto, apartándose más de las tendencias mundiales, de modo que en 2008 era de 13,6 toneladas per cápita, o sea más del 30% superior al resto del mundo. Es importante señalar que, aun cuando se ajusta sobre una base per cápita, la aceleración del crecimiento del CDM desde 2002 parece reflejar y ligeramente amplificar la tendencia para el resto del mundo. Otra característica notable del gráfico es que se observan en la región pocas repercusiones desde el comienzo de la crisis financiera mundial, a diferencia de la pausa en el consumo de materiales del resto del mundo.



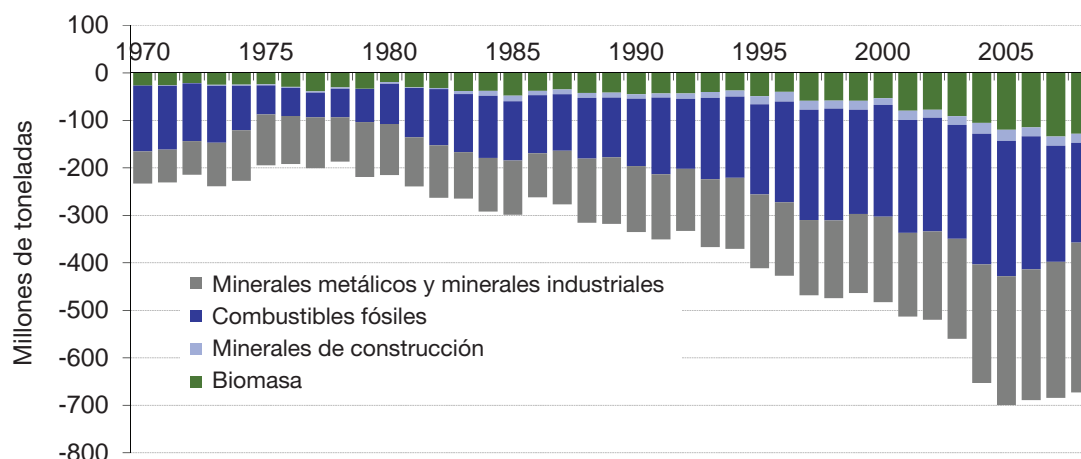
**Figura 2. Consumo doméstico de materiales per cápita para América Latina, el resto del mundo, y el mundo, para los años 1970 a 2008**



**Figura 3. Extracción doméstica en América Latina, por categoría principal de materiales, para los años 1970 a 2008**

La Figura 3 muestra cómo ha cambiado a través del tiempo la extracción doméstica (ED) de las cuatro categorías principales de materias primas en América Latina. La extracción de todas las categorías tuvo un fuerte crecimiento en el período de 1970 a 2008, dado que la extracción de biomasa aumentó al 2,0% anual, los combustibles fósiles al 2,5% anual, los minerales metálicos y minerales industriales, 5,5% anual, y los minerales de construcción un 3,5% anual.

Las tasas de crecimiento diferenciales entre las distintas categorías de materiales llevaron a un cambio considerable en la base material de las sociedades de la región, siendo este mucho menos pronunciado que el que se observa en la región de Asia y el Pacífico, otra región que ha sido objeto de un estudio similar utilizando métodos idénticos (PNUMA 2013), y uno que también está dominado por los países de reciente industrialización. Esta diferencia entre las dos regiones se explica en gran parte debido a un crecimiento relativo mucho más lento de los minerales de construcción en América Latina, y a un crecimiento mucho más rápido de la producción total de biomasa. Esta última se debe en gran medida a avances en Brasil en particular, donde la biomasa sirve efectivamente como importante sustituto de los combustibles líquidos para el transporte normalmente suministrados por combustibles fósiles. Este tema se aborda de forma detallada más adelante; sin embargo, el resultado final es que la región tiene un patrón aparente de uso de los recursos que quita importancia al grado en que ya se ha materializado la transición de una economía agraria a una industrial. La velocidad del desarrollo de la infraestructura de América Latina también ha sido comparativamente lenta, en tanto que el crecimiento económico en algunos países ha estado dominado por los sectores exportadores de recursos primarios como la minería, la energía y la agricultura.



**Figura 4. Balanza comercial física de América Latina, por categoría principal de materiales, correspondiente a los años 1970 a 2008**

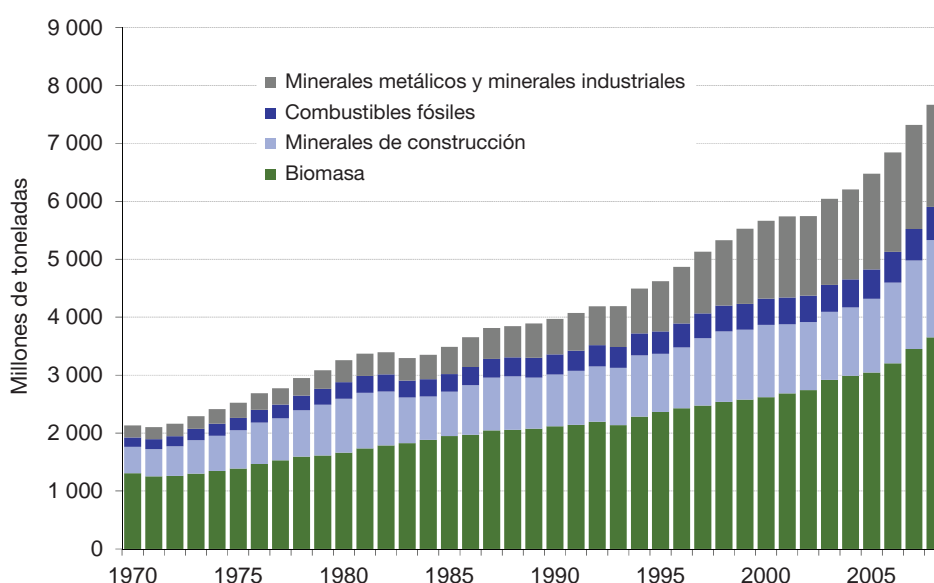
La Figura 4 muestra que América Latina fue exportadora neta de las cuatro principales categorías de productos básicos durante casi todos los años entre 1970 y 2008. A lo largo del período hubo un crecimiento relativamente constante en las exportaciones netas tanto de biomasa como de minerales metálicos y minerales industriales. El crecimiento de las exportaciones de combustibles fósiles aumentó a un ritmo sostenido desde finales de la década de 1970 hasta 2005, pero parece que se ha reducido desde entonces. El total de las exportaciones netas aumentó más de tres veces entre 1970 y 2008, y esta cifra casi seguramente subestima el grado en que las presiones extractivas han sido impulsadas por el crecimiento de la demanda externa. Ello se debe a que las dos categorías en las que se ha dado el crecimiento más rápido, biomasa y minerales industriales, también son las categorías en las que las materias primas extraídas experimentan el mayor grado de concentración antes de ser comercializados como productos básicos. Los metales no ferrosos, por ejemplo, se comercializan generalmente después de ser convertidos en concentrados, o lingotes de metal crudo, y no en forma de mineral. La Tabla 1 da una indicación de la gama de concentración que ocurre generalmente entre la materia prima al extraerla y el producto primario comercializado.

	Potencial de concentración en productos básicos comercializados	Escalas indicativas de materias primas extraídas en relación con el producto básico comercializado
<b>Minerales de construcción</b>	Bajo, especialmente para la categoría dominante desde el punto de vista volumétrico de los áridos para la construcción	1-2 : 1
<b>Combustibles fósiles</b>	Bajo (para combustibles comercializados, excluye la consideración de la energía contenida en los productos básicos como el aluminio)	1-2 : 1 para los combustibles fósiles comercializados como combustibles o materias primas para refinerías (excepto el petróleo no tradicional)
<b>Biomasa</b>	Bajo a elevado. Los cultivos exportados son generalmente bajos, en tanto que los productos animales contienen por lo general biomasa vegetal uno o dos órdenes de magnitud más elevadas	1-3 : 1 para los cultivos y la madera. 3-50 : 1 para productos de origen animal, excepto la leche entera
<b>Minerales metálicos</b>	Medio a extremadamente elevado	1-3 : 1 para los metales ferrosos, 3-300 : 1 para los metales básicos, 10-2.500 : 1 para uranio, 5.000-2.000.000 : 1 para metales preciosos

**Tabla 1. Grados indicativos de concentración entre la materia prima al extraerse y los productos básicos comercializados (PNUMA 2013)**

El crecimiento de las exportaciones netas de América Latina indicado en la Figura 4 aporta otro contraste interesante con el patrón que se observa en la región de Asia y el Pacífico (PNUMA 2013), donde se ha experimentado un crecimiento muy acentuado en las importaciones netas, y el crecimiento ha sido especialmente notable últimamente en lo que respecta a los minerales metálicos y minerales industriales. Ello indica una complementariedad funcional entre las dos regiones, donde América Latina fortalece su función como región fuente de materiales a medida que aumenta rápidamente las importaciones netas de materiales en la región de Asia y el Pacífico. América Latina parece estar aumentando su función como *hinterland* ampliado para la industrialización que se está experimentando en otras partes del mundo, coherente con el proceso de “primarización” de la economía de la región, mencionadas en el informe “Eficiencia en el uso de los recursos en América Latina” (PNUMA 2011a). Este modelo económico significa que los impactos ambientales y sociales de la extracción de materiales ocurren en la región mientras los materiales se consumen en otra parte. En tales casos donde se exportan las materias primas sin agregarle valor al recurso primario, el beneficio económico para la región es reducido, especialmente a nivel comunitario. (Para más información, véase la sección ocho de este informe.) Cabe destacar que la presión extractiva generada al servir de proveedor de otras regiones sucede además de la creciente demanda de una continua industrialización local.

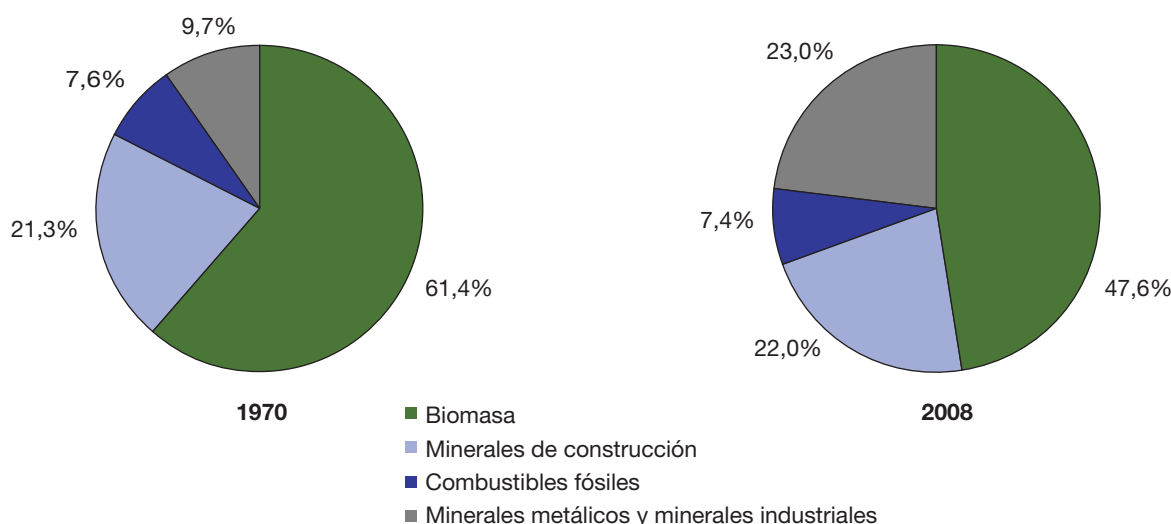
La Figura 5 muestra el CDM desglosado según las cuatro categorías de materiales. El CDM se calcula a partir de la suma de la extracción doméstica (ED) y la balanza comercial física (BCF). Dado que la BCF de América Latina es reducida en comparación con la ED, esta cifra es muy similar a la Figura 3; no obstante, los efectos de la concentración comercial pueden restar importancia a la diferencia económica efectiva entre las dos medidas. A fin de ilustrar esta dinámica, consideremos una tonelada de minerales metálicos, que consiste en 1% de metal y 99% de roca estéril. Si dicho mineral se somete a un proceso para convertirlo en lingote de metal crudo antes de la exportación, la tonelada inicial se acreditará a la cuenta de la ED del país extractor, en tanto que sólo 1% del metal contenido se restará de su cuenta del CDM. Aunque todo el material de valor ha pasado a otro país en forma de materia prima, se considerará que el país de donde se extrajo habrá “consumido” 990 kg de minerales metálicos y minerales industriales, en tanto que el país que recibió el metal habrá consumido solo 10 kg de minerales metálicos y minerales industriales. Al igual que los países, las regiones que reciben gran parte de los recursos necesarios por medio de las importaciones, en general tendrán así una cuenta reducida del CDM, en comparación con la presión extractiva que en definitiva ejercen sus economías, pero desplazan la presión de los recursos naturales a otras jurisdicciones. Lo contrario es válido para las regiones que suministran materias primas de manera desproporcionada.



**Figura 5. Consumo doméstico de materiales en América Latina, por categoría principal de materiales, correspondiente a los años 1970 a 2008**



En la Figura 6 se muestra un panorama de las bases materiales de las economías de América Latina, correspondientes al período 1970 a 2008, que ilustran el grado en que se ha producido la transición de las sociedades basadas en la extracción de biomasa a sociedades basadas en la extracción de minerales. El CDM es la medida empleada en este caso, que representa la pequeña variación de porcentajes para cada categoría de materiales a partir del examen de la Figura 3, que emplea la ED. Casi toda la contracción del porcentaje de biomasa respecto al total se debe al crecimiento muy acelerado del uso de minerales metálicos y minerales industriales, en tanto que los porcentajes correspondientes a los minerales de construcción y los combustibles fósiles prácticamente se han mantenido constantes.



**Figura 6. Variación de los porcentajes relativos al consumo doméstico de materiales en América Latina, por categorías principales de materiales entre 1970 y 2008**

En la Tabla 2 figuran detalles de la variación de los porcentajes relativos a las distintas categorías de materiales en las 11 subcategorías en cinco momentos distintos en el período 1970–2008, en tanto que en la Tabla 3 se presenta la variación del tonelaje total, demostrando el fuerte crecimiento subyacente en el consumo de materiales que se ha experimentado en casi todas las categorías a lo largo del período.

	1970	1980	1990	2000	2008
<b>Biomasa (% del CDM total)</b>	61%	51%	53%	46%	48%
Cultivos primarios	21%	18%	19%	16%	17%
Residuos de cosechas	17%	14%	15%	13%	15%
Biomasa de pastoreo	17%	14%	14%	13%	12%
Madera	7%	5%	5%	5%	4%
<b>Combustibles fósiles (% del CDM total)</b>	8%	9%	9%	8%	7%
Carbón	0,5%	0,7%	0,9%	0,8%	0,8%
Productos derivados del petróleo	6,0%	6,8%	6,2%	5,5%	4,8%
Gas natural	1,1%	1,3%	1,7%	1,8%	1,9%
<b>Metales y minerales industriales (% del CDM total)</b>	10%	12%	15%	24%	23%
Minerales de hierro, concentrados, hierro y acero	1,2%	2,0%	1,7%	1,4%	1,4%
Minerales metálicos no férricos, concentrados, metales	8%	9%	13%	21%	21%
Minerales industriales	0,5%	0,6%	0,6%	0,9%	0,7%
<b>Minerales de construcción (% del CDM total)</b>	21%	29%	22%	22%	22%

**Tabla 2. Variación del porcentaje del consumo doméstico de materiales en América Latina, desglosada por las 11 categorías de materiales, durante el período 1970–2008**



En la Tabla 2 observamos una disminución porcentual de los cultivos y sus residuos a un ritmo mucho más lento que la madera y la biomasa de pastoreo, y en el período más reciente comenzó a aumentar su porcentaje respecto del total. En la Tabla 3 se indica que por lo menos se han duplicado los tonelajes en todas las categorías de biomasa, y se ha triplicado la extracción relacionada con los cultivos. Si bien un aumento en la proporción relativa entre cultivo y biomasa de pastoreo podría indicar un sistema alimentario que es cada vez más eficiente por la forma en que obtiene calorías alimenticias, evitando las pérdidas inherentes en la mayoría de los sistemas de producción animal, no parece probable que esta sea la explicación. En el aumento de la producción de cultivos predomina la contribución de Brasil, y esta se debe en gran medida a la enorme expansión de la producción azucarera en dicho país, que en gran parte se utiliza para la producción de biocombustibles de etanol.

El grupo de combustibles fósiles siguió estando dominado por el petróleo durante el período, aunque tanto el carbón como el gas natural aumentaron su proporción en el índice CDM total, y en relación con el petróleo. El consumo de gas natural experimentó el mayor incremento, a 4,9% anual compuesto de 1970 a 2008, aunque se partió de una base baja, por lo que aún constituyó menos del 40% del consumo de petróleo, por tonelaje, en 2008.

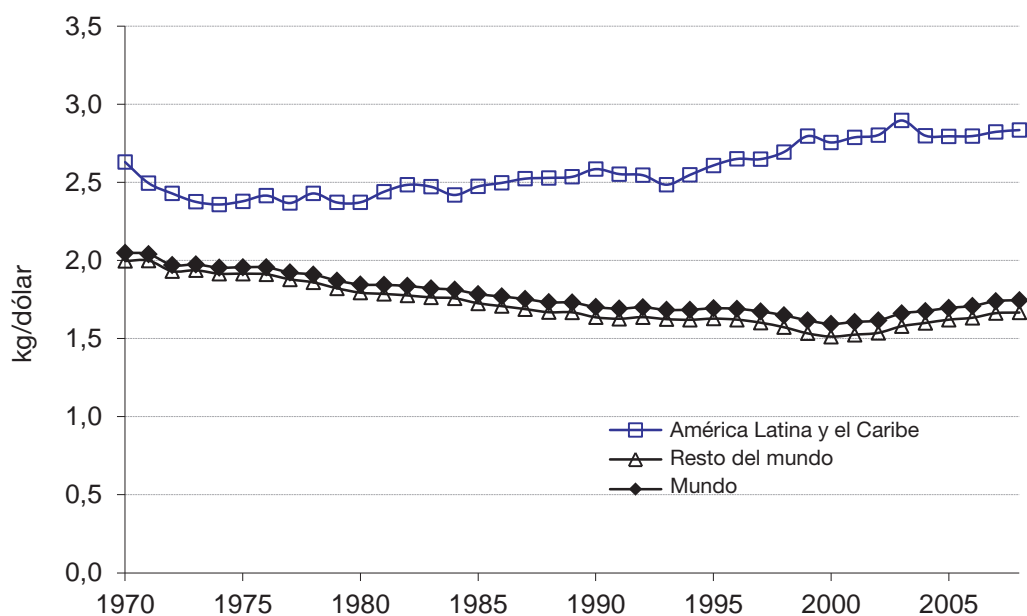
El gran crecimiento en los porcentajes de minerales metálicos y minerales industriales a lo largo del período estuvo dominado totalmente por los metales no ferrosos, que tuvieron una tasa de crecimiento compuesta de 6,1% por año durante el período 1970–2008.

	1970	1990	2008	2008/1970
<b>Biomasa</b>	1 308	2 118	3 650	2,8
Cultivos primarios	440	754	1 305	3,0
Residuos de cosechas	364	595	1 152	3,2
Biomasa de pastoreo	359	571	901	2,5
Madera	145	198	293	2,0
<b>Combustibles fósiles</b>	162	348	571	3,5
Carbón	11	37	59	5,2
Productos derivados del petróleo	128	246	370	2,9
Gas natural	23	66	142	6,2
<b>Metales y minerales industriales</b>	207	612	1 764	8,5
Minerales de hierro, concentrados, hierro y acero	25	68	105	4,2
Minerales metálicos no férreos, concentrados, metales	170	518	1 607	9,5
Minerales industriales	12	26	52	4,4
<b>Minerales de construcción</b>	455	893	1 683	3,7
<b>Total</b>	2 131	3 970	7 668	3,6

**Tabla 3. Total de cambios en el consumo doméstico de materiales en América Latina, desglosado en 11 categorías de materiales, durante el período 1970–2008. Las cantidades se expresan en millones de toneladas.**

El porcentaje de los minerales de construcción en la combinación total de materiales correspondientes a América Latina, que se señala en el cuadro 2, se ha mantenido notablemente constante a lo largo del tiempo, generalmente entre 20 y 22%, salvo un breve período alrededor de 1980 cuando ascendió a casi 30%. Este perfil sugiere una acumulación gradual de infraestructura con el tiempo, más o menos proporcional al crecimiento de la economía física subyacente. Esto contrasta claramente con la trayectoria regional de la región de Asia y el Pacífico, según ha informado PNUMA (2013), donde los minerales de construcción en 1970 representaban el 23% del CIM, valor que aumentó en

cada década posterior a dicho año, de modo que hacia 2008 representaban casi la mitad del uso total de los materiales. Eso indica además que las dos regiones parecen seguir vías de desarrollo muy distintas. Para realizar esas comparaciones, debe tenerse en cuenta la gran diversidad entre los distintos países de América Latina, mientras que las modalidades de los flujos de materiales de la región de Asia y el Pacífico han estado dominadas en los últimos años por el desarrollo de China en particular, que ha exhibido un crecimiento extremadamente dinámico incluso si se compara con otros países de su región.



**Figura 7. Consumo doméstico de materiales por cada dólar estadounidense del PIB (basado en el tipo de cambio, constante del año 2000) para América Latina, el resto del mundo y el mundo, correspondiente al período 1970-2008.**

La Figura 7 muestra la tendencia en la intensidad de materiales (IM) para América Latina. Es un indicador de la eficiencia con la cual una economía puede convertir materiales en PIB, es decir, cuanto menor sea la IM, más eficiente será una economía para producir más (generando ingresos) con menos (consumo de materiales y generación de desechos y emisiones conexas).

Entre 1970 y comienzo de la década de 1990, la IM de la región se mantuvo prácticamente estable, momento en el cual la IM mundial estaba mejorando paulatinamente (es decir, en descenso). Posteriormente, la IM de la región tuvo un incremento continuo aunque moderado a partir de 1993, en tanto que la IM mundial siguió disminuyendo hasta 2000, antes de que también se produjera un período de incremento continuo a escala mundial, impulsado por una espectacular expansión en algunos países recientemente industrializados de Asia y el Pacífico, de elevado IM. Las tendencias divergentes entre el mundo y América Latina durante la mayor parte del período estudiado muestran que, en 2008, América Latina consumió 2,84 kg de materiales por dólar de PIB generado, 70% más que el 1,67 kg por dólar promedio para el resto del mundo. En 1970, la diferencia en lo que respecta a la IM era inferior al 32%.

Si reducir los impactos ambientales al mismo tiempo que mantener el crecimiento económico es un objetivo de política, esta tendencia decreciente de la IM de la región es exactamente contraria a lo necesario. De continuar la tendencia actual, crecerán las presiones ambientales a un mayor ritmo que el crecimiento económico. Ciertamente, si se mantienen las tendencias actuales, aún si se estancara el crecimiento económico, las presiones extractivas sobre el medio ambiente seguirían creciendo. Esto demuestra claramente que si utilizamos la IM total como indicador no hay ninguna

señal de que en la región se esté produciendo por lo menos una desmaterialización relativa, y que las curvas ambientales de Kuznets ciertamente no se aplican si el indicador medioambiental de interés se basa en la presión extractiva. En el informe del PNUMA sobre la eficiencia en el uso de los recursos (PNUMA 2011a) se postularon diversos factores posibles que afectan el retraso en la aparición de las curvas ambientales de Kuznets y la desvinculación en general, en el contexto de América Latina.

En algunos casos la IM regional aumentará incluso cuando disminuye la IM para todos los países que componen dicha región. Este fenómeno puede suceder cuando los porcentajes relativos de la producción en una región se redistribuyen hacia las economías menos eficientes. Se ha reconocido esta dinámica en la región de Asia y el Pacífico (PNUMA 2013); sin embargo, esto no es lo que observamos en América Latina. En la sección sobre los 10 países de mayor consumo, es evidente que la IM también está en aumento en la mayoría de los países de la región por separado. Ello significa que la mayoría de los gobiernos de los países de la región aún no han adoptado muchas de las medidas iniciales necesarias para siquiera comenzar a mejorar la eficiencia de los materiales. Además, es probable que sea difícil conseguir mejoras en la IM debido a la orientación general de la región hacia un nivel de exportaciones de recursos cada vez más elevado, ya que el valor añadido a los productos básicos primarios es relativamente bajo respecto de los productos manufacturados (y los servicios), por unidad de peso. Ello es coherente con el proceso de “primarización” que se está produciendo en la región, mencionado en el informe del PNUMA sobre la eficiencia de los recursos en América Latina (PNUMA 2011a). Esto último es particularmente evidente en el examen detallado de los 10 países que tienen los niveles más elevados de CDM que figura en la sección 4, donde los mayores incrementos en la IM suelen corresponder a los países que han promovido las exportaciones de minerales metálicos y minerales industriales. También observamos en el mismo conjunto de países que el rendimiento de la IM difiere mucho dentro de la región, desde 1,5 kg por dólar para Venezuela hasta 10,2 kg por dólar para Chile en 2008.



Crédito: Fundación Albatros Media

## 4. Patrones de uso y eficiencia de materiales en países seleccionados

En esta sección se examinan los patrones de uso y la eficiencia de los materiales de los 10 países que tienen los niveles más elevados de CDM en América Latina. Los 10 países se ajustan a dos de las seis categorías de la clasificación de países elaborada por Krausmann et al. (2008), las cuales se utilizan como orientación del perfil socio-metabólico de un país<sup>2</sup> (véase Tabla 4). Las clasificaciones representadas comprenden las siguientes: los países en vías de desarrollo con baja densidad demográfica, y los países en vías de desarrollo con alta densidad demográfica.

	Industrialización	
	Países industrializados	Países en desarrollo
<b>Alta densidad demográfica</b>	Alta densidad, industrializado p. ej. Japón	Alta densidad, en vías de desarrollo <i>México, Guatemala, Ecuador</i>
<b>Baja densidad demográfica</b>		
Nuevo Mundo	Baja densidad, en vías de desarrollo – Nuevo Mundo p. ej. Canadá	Baja densidad, industrializado – Nuevo Mundo <i>Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Perú, Venezuela</i>
Viejo Mundo	Baja densidad, industrializado – Viejo Mundo, p. ej. Finlandia	Baja densidad, en vías de desarrollo – Viejo Mundo, p. ej. Mongolia

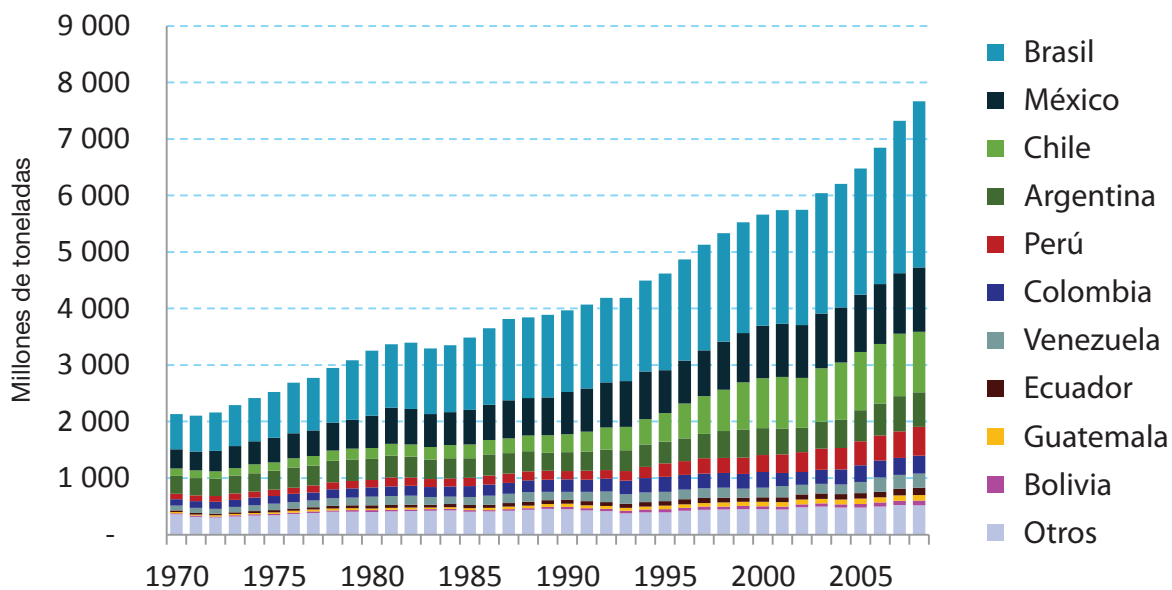
Nota: Los países industrializados comprenden a los países de la OCDE y los mercados de transición; los países en vías de desarrollo incluyen éstos y los aquellos menos adelantados, conforme a la clasificación de la División de Estadística de las Naciones Unidas (2006). Los países con una densidad demográfica superior a 50 personas por km<sup>2</sup> se consideran de alta densidad.

**Tabla 4. Sistema de clasificación de países de Krausmann et al. (2008)**

La figura 8 muestra que ningún país predomina en el CDM de la región, si bien el mayor, Brasil, aumentó considerablemente su porcentaje, de 29% en 1970 a 38% del total regional en 2008. El porcentaje de Brasil en 2008 fue casi igualado por el total de los tres próximos países (37%), con el 25% restante distribuido entre 17 países. Ha habido una redistribución del CDM, alejándose de los países más pequeños; 12 países incluidos en “Otros” corresponden solo al 7% del total regional en 2008, comparado con 17% en 1970. Entre los países más grandes, el porcentaje de CDM que corresponde a Chile ha crecido más rápidamente, de modo tal que los porcentajes relativos de dichos países prácticamente se han revertido durante ese período, en el cual el CDM de Chile aumentó de un 6% al 14%, en tanto que el de la Argentina descendió de un 15% al 8%. Cabe notar que mientras el porcentaje relativo de la Argentina del total regional ha descendido rápidamente, en función del tonelaje absoluto, el CDM de la Argentina aumentó más del 90%. El porcentaje de México se mantuvo bastante estable durante dicho período, representando el 15–19% del total

<sup>2</sup> El metabolismo social es análogo al concepto biológico de metabolismo. Al igual que los organismos biológicos, los sistemas socioeconómicos dependen de la producción de los materiales y la energía para la continuidad de su existencia y crecimiento. Tal como las distintas plantas y animales que ocupan distintos nichos biológicos tienen distintas necesidades de materiales y energía (compárese las necesidades nutricionales de una pequeña ave y un pez grande), las necesidades de materiales y energía de las naciones que ocupan distintos nichos en la economía mundial son muy diversas. Un perfil socio-metabólico se refiere al tamaño y composición de los flujos de energía y materiales específicos a determinado país.

regional en cada año. De los dos países más grandes, Brasil y México, el primero es un país en vías de desarrollo del Nuevo Mundo con baja densidad demográfica, en tanto que el segundo se encuentra en la categoría de país en vías de desarrollo con alta densidad demográfica.



**Figura 8. Consumo doméstico de materiales de los 10 mayores consumidores de materiales de América Latina en 2008 (nota: la categoría “otros” incluye otros países grandes de América Latina y el Caribe, ver Tabla 5)**



## 5. Países seleccionados

22 países de la región disponían de suficientes datos como para justificar su inclusión en la base de datos regional sobre flujos de materiales de América Latina y el Caribe. En la Tabla 5 los países están agrupados por subregión.

Subregión	Países
<b>América del Sur</b>	Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela
<b>Mesoamérica</b>	Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá
<b>Caribe</b>	Cuba, Haití, Jamaica, República Dominicana, Trinidad y Tabago

**Tabla 5. Países comprendidos en la base de datos sobre flujos de materiales de la región de América Latina y el Caribe**

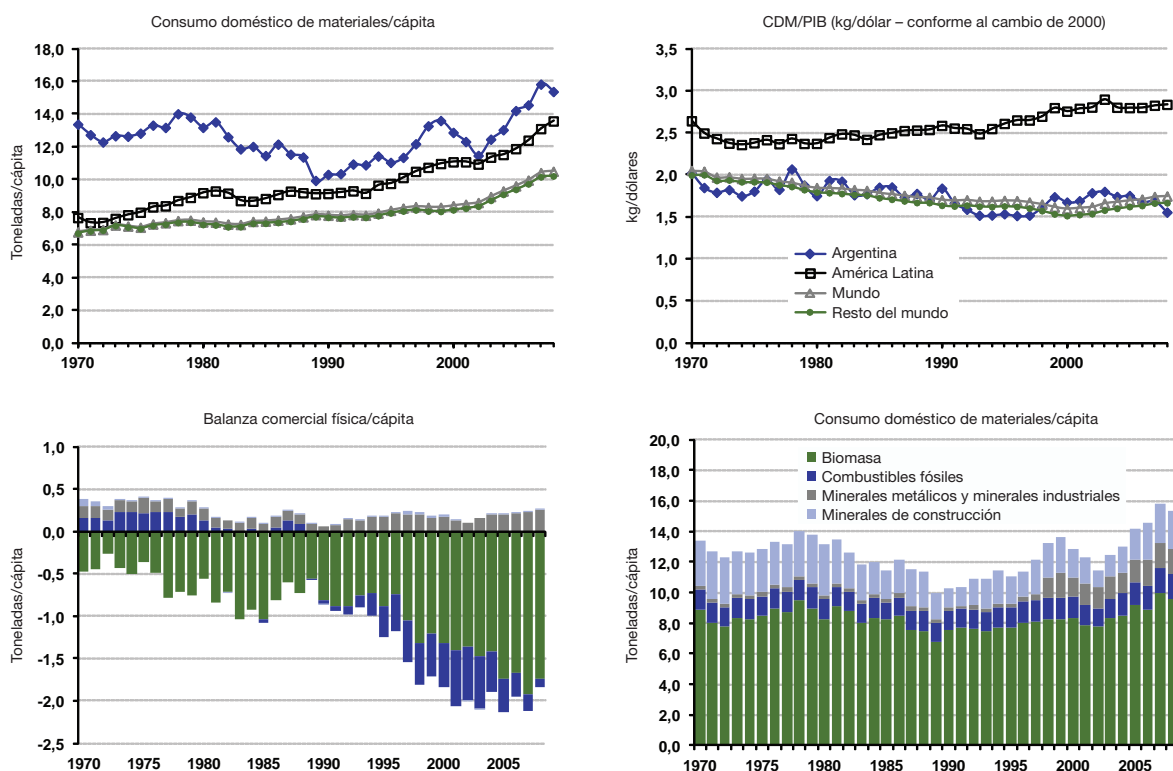
A continuación se facilita un análisis más detallado de 10 países seleccionados para dar una visión más completa de las distintas variaciones en la evolución de los flujos de materiales a lo largo del tiempo, observados entre los distintos países de la región. Los países se seleccionaron simplemente en función del total de sus flujos de materiales, es decir, los 10 países con el máximo CDM de América Latina (y, de hecho, de América Latina y el Caribe) en 2008.



Crédito: Fundación Albatros Media

## 5.1 Argentina

Argentina comenzó el período 1970–2008 con un CDM per cápita 75% superior al promedio regional que luego empezó a converger con el promedio regional (Figura 9). El proceso de convergencia del CDM per cápita de Argentina hacia el promedio regional se facilitó por la tendencia a una IM menor durante la mayor parte de las primeras tres décadas, que en algunos años se aproximó a un 5% del promedio regional. Dicha tendencia se estancó o incluso se deterioró a partir de finales de la década de 1990. Pese a ello, su IM aún se sitúa entre las más favorables de la región. El trayecto errático del CDM per cápita refleja una elevada inestabilidad en el componente de biomasa, lo cual es aún más evidente en la BCF, donde la biomasa constituye la mayoría de las exportaciones netas de Argentina en todos los años. Las exportaciones netas de biomasa de Argentina han crecido, en proporción, mucho más rápidamente que el CDM de la biomasa. La creciente importancia de las exportaciones agrícolas puede explicar que Argentina, pese a tener uno de los mayores niveles de desarrollo de la región, mantiene entre las distintas categorías de materiales tasas más típicas de un país en una fase muy incipiente de transición de una economía agraria a una economía industrial. Entre 1970 y 2008, el porcentaje de biomasa del CDM total descendió solamente del 66% al 62%.



**Figura 9. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en Argentina**

El incremento acentuado de los minerales metálicos y minerales industriales a partir de 1998 se debe fundamentalmente a la puesta en actividad de una inmensa mina de oro y cobre (Bajo de la Alumbreira). Este acontecimiento ilustra el efecto considerable en las cuentas de flujos de materiales que tiene la extracción de minerales no ferrosos para la exportación. En la cuenta del CDM se destacan claramente las decenas de millones de toneladas de minerales metálicos extraídos, en tanto que los pocos cientos de miles de toneladas de metales contenidos y/o concentrados de metal exportados apenas afectan la cuenta de la BCF, donde Argentina sigue siendo un importador neto en la categoría pertinente. A comienzos de la década de 1990, los combustibles fósiles, principalmente el petróleo, se convirtieron en un componente importante de las exportaciones netas de Argentina; a mediados de la década de 2000, disminuyeron con bastante rapidez.

## 5.2 Estado Plurinacional de Bolivia

En 1970, Bolivia tenía un CDM de 4,6 toneladas per cápita, muy por debajo de los promedios regionales y mundiales (Figura 10). El nivel de consumo creció al 1,7% anual, aumentando durante todo el período de estudio, hasta alcanzar las 8,7 toneladas per cápita en 2008. Esta tasa de crecimiento era mayor que el porcentaje promedio regional y el del resto del mundo combinados; no obstante, en 2008 Bolivia aún consumía aproximadamente 15% menos per cápita que el promedio del resto del mundo, y 36% menos que el promedio regional. En el desglose de las cuatro categorías del CDM, es considerable la inestabilidad de los minerales metálicos y minerales industriales a lo largo del tiempo. El desglose de las 11 categorías (West 2012) muestra que dicha inestabilidad procede de la extracción nacional de metales no ferrosos, dado que la extracción que se estima en 2008 supera finalmente el valor máximo anterior registrado en 1995.

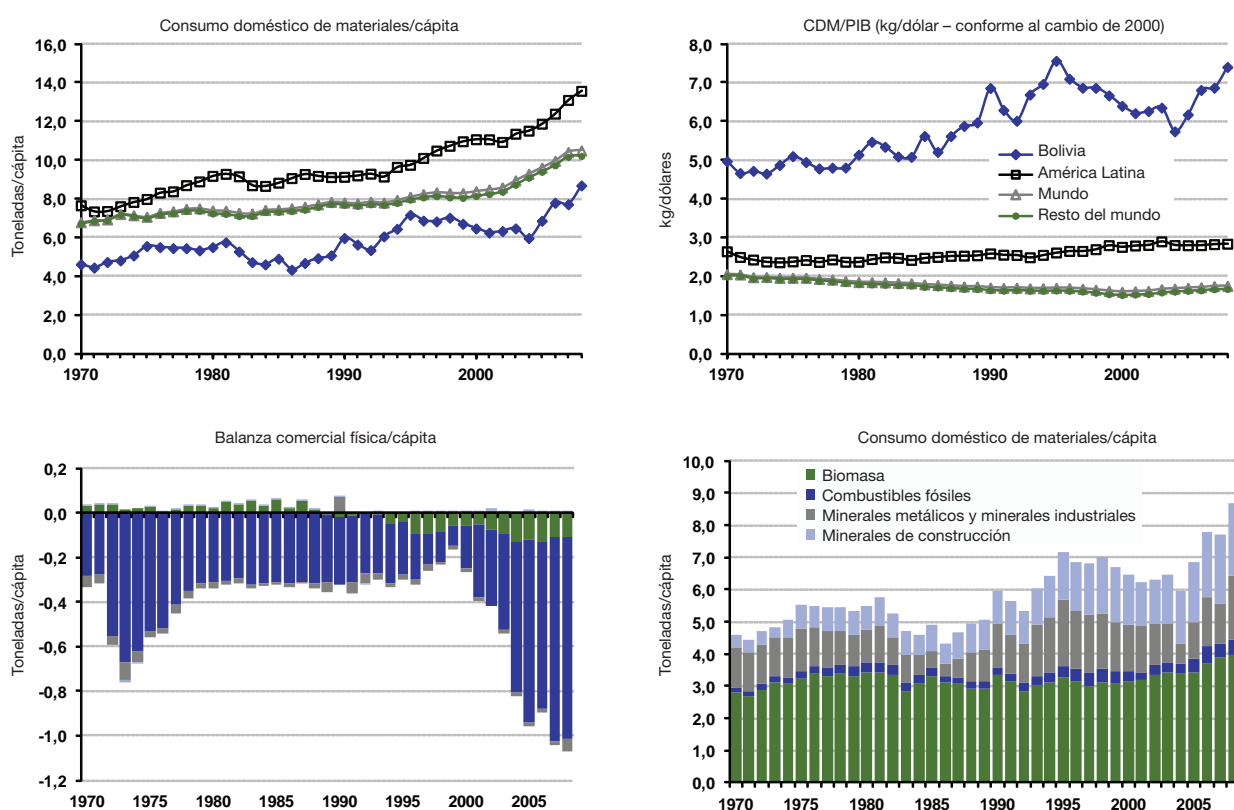


Figura 10. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en Bolivia

La variación del porcentaje del CDM indica que el progresivo alejamiento de Bolivia del modelo de sociedad agraria cobró impulso durante el período, dado que el porcentaje de biomasa descendió de 61% a 46% respecto del uso total de materiales; los minerales de construcción registraron un crecimiento muy fuerte y persistente, de 9% en 1970 a 26% en 2008, indicando una mayor inversión en infraestructura duradera. Desafortunadamente, la acumulación implícita de infraestructura no ha servido para mejorar la intensidad de materiales, que comenzó el período con valores altos en comparación con los niveles regionales y mundiales, de casi 5 kg por dólar, y aumentó a 7,4 kg por dólar hacia 2008, es decir más de 160% que el promedio regional. El gráfico de la BCF muestra que Bolivia es al menos autosuficiente en términos netos para todos los principales grupos de materiales, y que las exportaciones netas están dominadas por los combustibles fósiles, constituidos en su gran mayoría por gas natural.



## 5.3 Brasil

En 1970 el CDM de Brasil era de 6,4 toneladas per cápita, que equivale aproximadamente a los promedios mundiales. Posteriormente creció a una tasa de 2,3% anual, de modo que en 2008 era alrededor de 50% mayor que el promedio mundial, situándose en 15,3 toneladas per cápita (Figura 11). Excepcionalmente, un 70% de dicho incremento puede atribuirse a la biomasa. Ello derivó en que el porcentaje de la biomasa en el CDM total de Brasil se mantuvo prácticamente invariable entre 1970 y 2008, es decir un 70% del uso total de materiales. Ello no indica que la transición socio-metabólica de Brasil se haya paralizado, sino más bien que surge de la producción brasileña de azúcar y biocombustibles derivados a una escala suficientemente alta para satisfacer una fracción importante de las demandas de transporte local, y ayudar a convertir a Brasil en el mayor exportador de etanol del mundo. Por lo general, una sociedad en vías de industrialización depende cada vez más de la energía procedente de combustibles fósiles para compensar déficits en la capacidad de la tierra para abastecer suficiente energía derivada de la biomasa. En Brasil, la combinación de un territorio vasto y un clima favorable ofrece tal potencial productivo primario que dicha dinámica parece no ser válida, o al menos haberse aplazado, en el ámbito local. De las cuatro categorías de materiales, los minerales metálicos y los minerales industriales registraron los mayores crecimientos en porcentaje relativo, de 3,5% en 1970 a 6,4% en 2008.

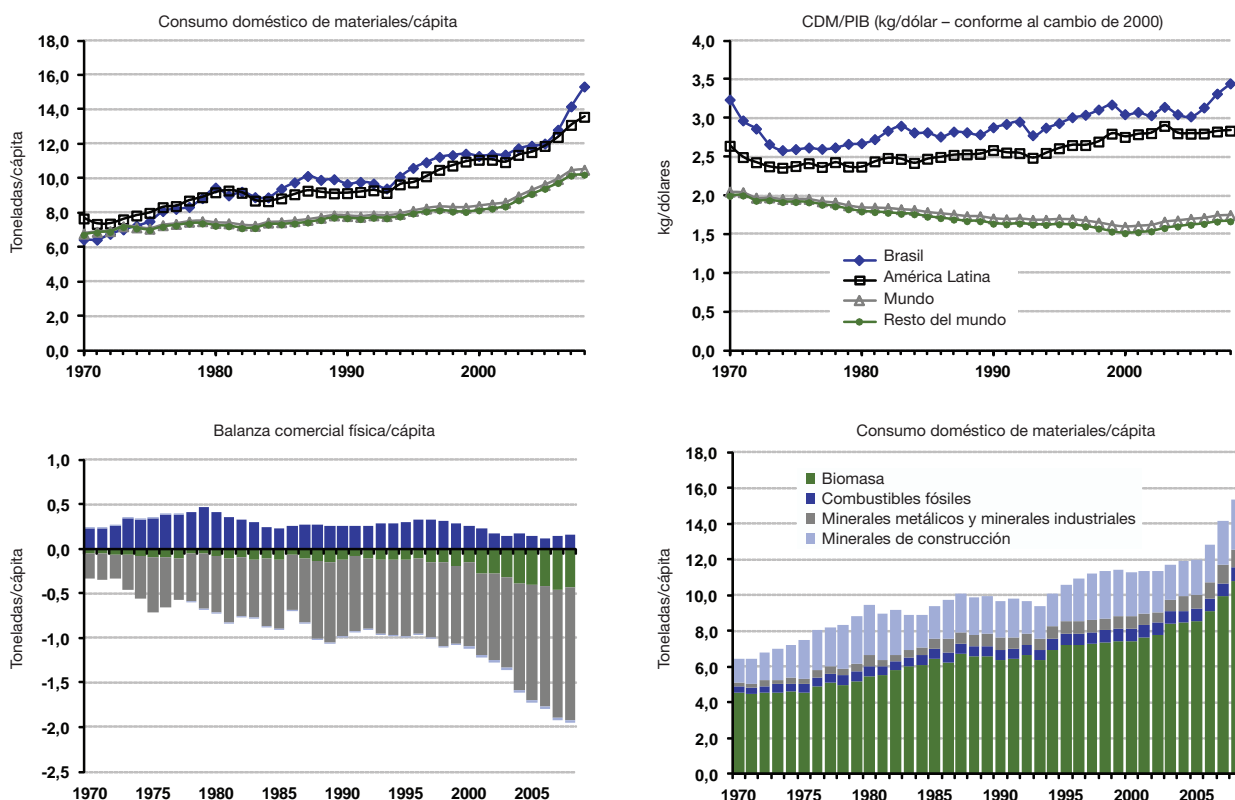


Figura 11. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en Brasil

El gráfico de la BCF indica que las exportaciones netas de Brasil han estado dominadas todos los años por los minerales metálicos y minerales industriales. En esta categoría, el índice aparente entre las exportaciones netas y el CDM relativamente elevado constituye un contraste interesante con Chile y Perú, como se observa más adelante, y puede explicarse por el dominio del mineral de hierro en la composición de las exportaciones de Brasil, que está sujeto a una concentración relativamente baja anterior a su comercialización. Tras un breve período de descenso de 1970 a 1974, la IM registró una tendencia creciente hasta 2008, dejando una IM constantemente superior al promedio regional durante todo el período, y casi duplica el promedio mundial en 2008.

## 5.4 Chile

El CDM per cápita de Chile es con diferencia el mayor de los países seleccionados y uno de los más elevados del mundo. Tras empezar en una base de 14,5 toneladas per cápita en 1970, creció un 4,0% anual compuesto hasta 2008, en cuyo momento era de 63,6 toneladas per cápita, un factor de 4,7 y 6,2 veces mayor que el promedio regional y mundial, respectivamente (Figura 12). Casi todos los incrementos se deben a enormes aumentos en la extracción nacional de minerales metálicos y minerales industriales para la exportación, que en el caso de Chile es principalmente el cobre. La variación de los porcentajes relativos de CDM entre las categorías posiblemente no revelen mucho acerca de la transición socio-metabólica en Chile, dado que la extracción de cobre para la exportación domina desde el comienzo de la serie cronológica. Puede deducirse principalmente que Chile funciona en gran medida como un *hinterland* minero para otras economías industrializadas.

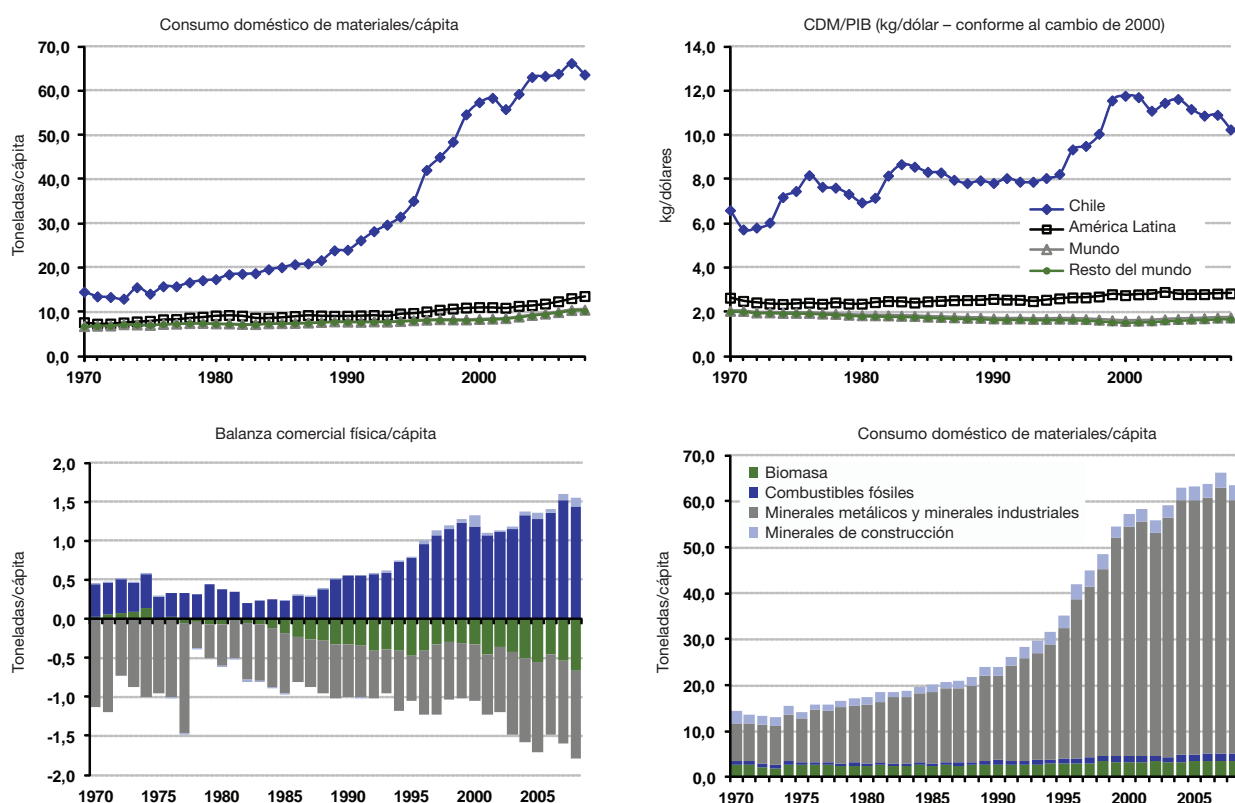


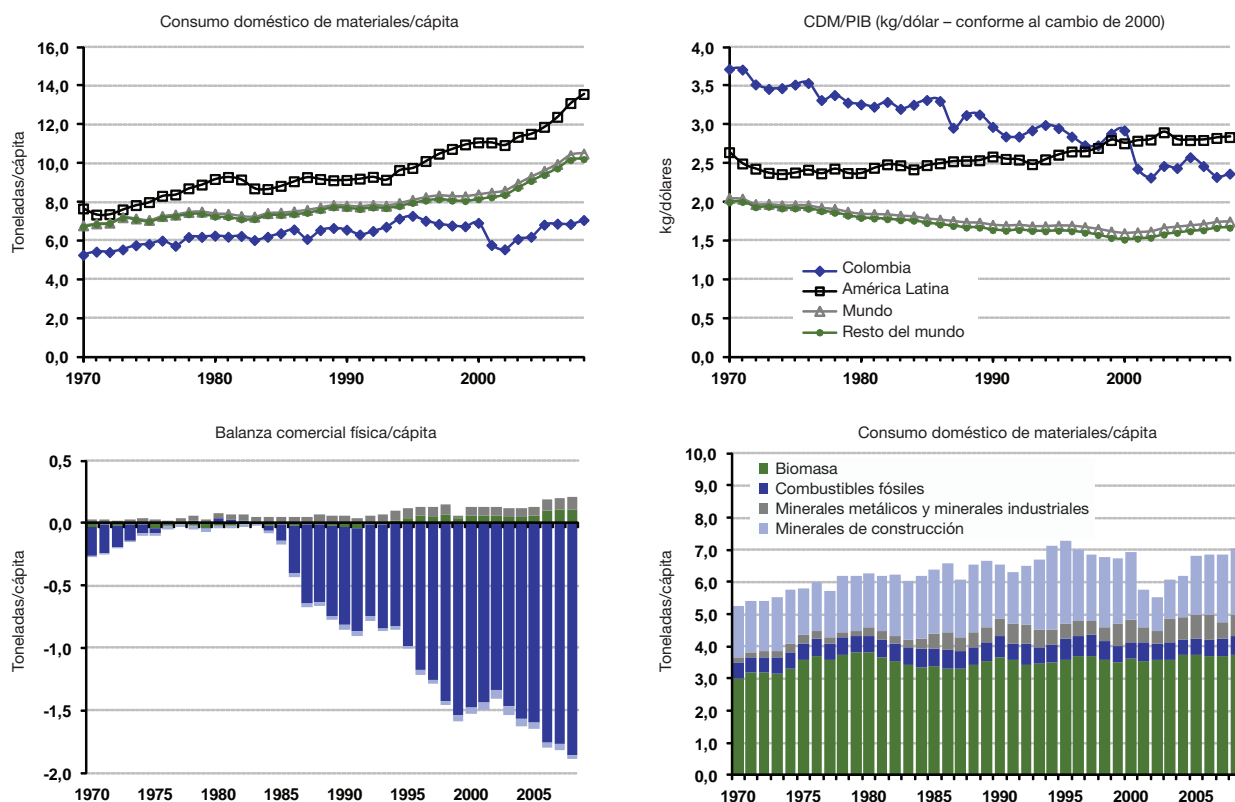
Figura 12. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en Chile

La pauta de la BCF de Chile señala que el país depende cada vez más de las importaciones netas de combustibles fósiles. En las exportaciones netas predominan los minerales metálicos, aunque las exportaciones de biomasa han crecido de forma sostenida desde la década de 1980. El coeficiente extremadamente bajo entre la BCF y el CDM de minerales metálicos es el resultado de la concentración que se produce entre el mineral de cobre (generalmente < 1% de cobre), y el metal/concentrado comercializado internacionalmente (20%–100% de cobre)<sup>3</sup>. Este factor también explica porqué Chile tiene, con diferencia, la IM más elevada de todas los países analizados en el informe. El grado en que predomina el cobre en los flujos materiales de Chile sugiere además que la tendencia alcista de la IM de Chile a largo plazo resulta de una sencilla interacción entre la caída de los promedios de las leyes de mineral y las variaciones cíclicas del precio del cobre. Estos dos factores continuarán dictando la IM de Chile al menos a medio plazo.

<sup>3</sup> La gran caída de las exportaciones en 1978 no fue acompañada de una disminución correspondiente en la extracción nacional. Una posible explicación sería que en dicho año Chile hubiera aumentado la conversión de los concentrados a metales antes de exportarlos.

## 5.5 Colombia

El CDM per cápita de Colombia comenzó siendo bastante bajo, 5,3 toneladas en 1970, y luego creció al ritmo más lento de los países seleccionados, por debajo de 0,8% anual, de modo que en 2008 se situaba solamente en el 69% del promedio mundial y el 52% del promedio regional (Figura 13). Si se analiza por categoría de materiales, se ha producido solo una pequeña variación a lo largo del tiempo, salvo un descenso pronunciado en el consumo de materiales para la construcción a comienzos de la década de 2000. El porcentaje de biomasa del CDM total se contrajo marginalmente, de 57% en 1970 a 53% en 2008, donde se dieron pequeñas disminuciones de los porcentajes de los minerales de construcción y los combustibles fósiles. El CDM de los minerales metálicos creció notablemente durante el período, de 3,2% en 1970 a 9,3% en 2008. El perfil general sería coherente con una industrialización relativamente lenta pero continua.



**Figura 13. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en Colombia**

El principal aspecto del gráfico de la BCF es el rápido y continuo crecimiento de las exportaciones netas de combustibles fósiles a comienzos de la década de 1980. La BCF está dominada por las exportaciones de combustibles fósiles, fundamentalmente de carbón. En 2008 Colombia siguió siendo un exportador neto de petróleo, aunque sólo a la mitad del ritmo de exportación en su punto máximo en 1999.

Colombia es el único país de este informe que logró una fuerte y continua mejora de la IM a lo largo del período de estudio. En 1970, la IM fue más del 40% superior al promedio regional, de 3,7 kg por dólar, pero para 2008 había descendido a 2,4 kg por dólar, 16% por debajo del promedio regional. El mecanismo por el cual Colombia ha conseguido esta mejora constante no se deduce necesariamente de las cuentas de flujos de materiales, pero valdría la pena seguir investigando para encontrar pistas de cómo Colombia ha logrado esta trayectoria recomendable desde el punto de vista ambiental en una región donde pocos lo han conseguido.

## 5.6 Ecuador

El CDM per cápita de Ecuador empezó siendo bastante bajo, 5,1 toneladas en 1970, y creció a un ritmo de 1,7% anual compuesto, de modo que en 2008 era de 9,7 toneladas per cápita, 95% del promedio mundial, aunque muy por debajo del promedio regional (Figura 14). Ecuador experimentó un fuerte cambio en los porcentajes relativos del principal grupo de materiales durante el período estudiado, al indicar una gran transición socio-metabólica. Aunque la biomasa constituyó el 79% del CDM en 1970, en 2008 había disminuido a solo 43% (si bien los tonelajes del CDM de la biomasa aumentaron un 140%). La mayor parte de la variación del porcentaje se debe al muy rápido crecimiento en la obtención de minerales de construcción, que aumentó del 15% al 47% durante el mismo período. La mayor parte de dicha variación del porcentaje se produjo con gran rapidez, en la década de 1970. En los últimos años, el consumo de minerales de construcción per cápita en Ecuador ha sido el más alto de los países seleccionados en términos absolutos de tonelaje, así como en porcentaje. Eso debería indicar que las existencias de infraestructura duradera se están acumulando relativamente rápido en Ecuador. El porcentaje de combustibles fósiles aumentó de 4,5% a 7,5%, en tanto que los minerales metálicos y los minerales industriales se incrementaron de 1,2% a 1,8%, tras alcanzar un máximo de 9,2% en 1991.

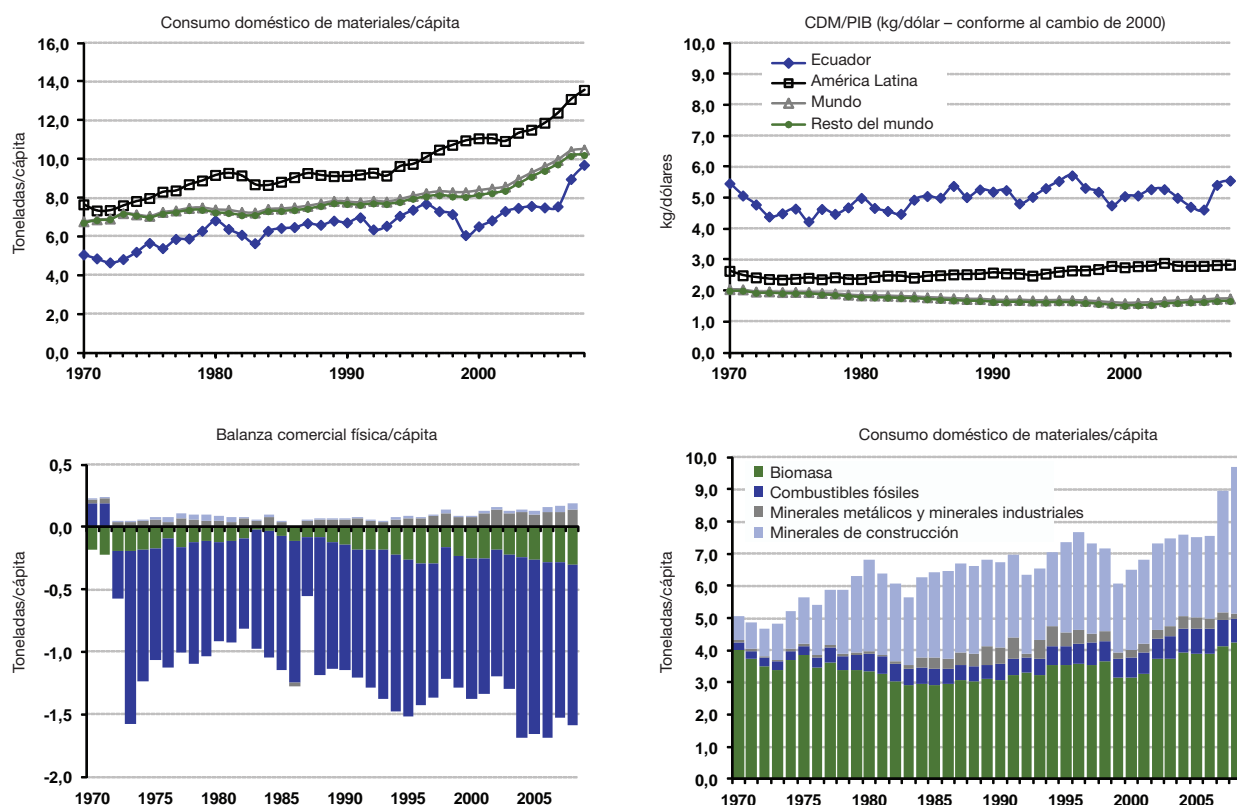
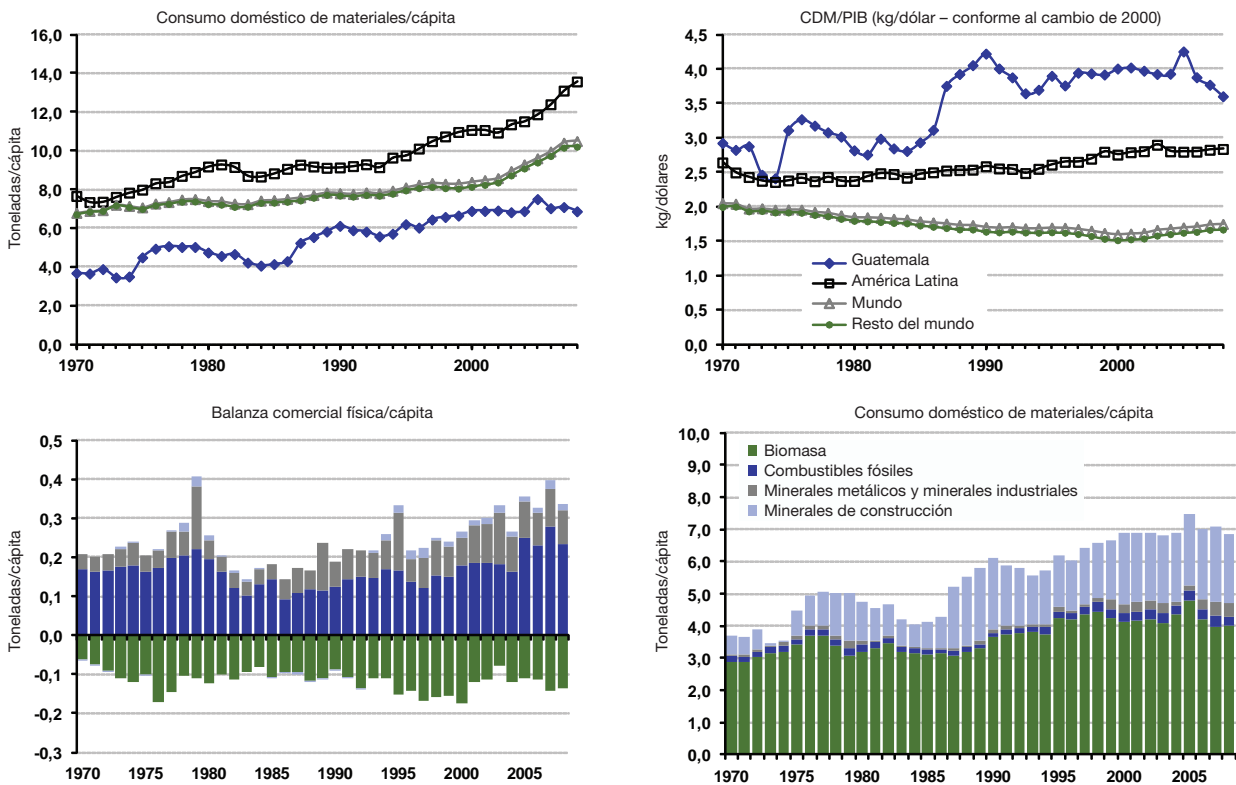


Figura 14. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en Ecuador

La transición muy rápida de ser importador neto de combustibles fósiles a exportador se destaca en el gráfico de la BCF. Los datos más pormenorizados indican que dichas exportaciones están dominadas por el petróleo, el cual aumentó constantemente con el paso del tiempo, con un pequeño descenso en los últimos años. La IM de Ecuador es casi el doble del promedio regional, y no mostró una tendencia de 1970 a 2008. Los valores fluctuaron entre 4,2 y 5,7 kg por dólar, en tanto que el período comenzó y terminó en el margen superior de dicho intervalo. Parece ser que cuando se invierte en infraestructura, los minerales de construcción no mejoran sensiblemente la IM a escala nacional.

## 5.7 Guatemala

Guatemala tenía, en 1970, el menor CDM per cápita de los países seleccionados, 3,68 toneladas o 48% del promedio regional (Figura 15). Esta cifra creció al 1,7% anual compuesto, un ritmo ligeramente más rápido que el promedio regional, de modo que en 2008 el valor fue de 6,86 toneladas per cápita, representando 51% del promedio regional. El porcentaje de biomasa en el CDM total disminuyó considerablemente, de 79% en 1970 a 58% en 2008, en tanto que el porcentaje de materiales de construcción tuvo un incremento pronunciado, de 15% a 31%. El porcentaje de combustibles fósiles disminuyó de 4,6% a 4,2%, aunque el consumo de los combustibles fósiles se ha cuadruplicado con creces per cápita. El CDM de los minerales metálicos aumentó, en proporción, más rápidamente que todos, por un factor de 21, en tanto que el porcentaje aumentó de 1,4% a 6,2%. La pauta general sugiere una tendencia regular y continua hacia una sociedad más industrializada.



**Figura 15. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en Guatemala**

El gráfico de la BCF indica que Guatemala ha sido un importador neto de todas las categorías de materiales, para la mayoría de los años, con excepción de la biomasa, de la cual ha sido un exportador neto en forma constante y creciente. Guatemala depende de las importaciones para la mayoría de su demanda de combustibles fósiles, que históricamente ha sido casi todo petróleo, aunque el carbón ha hecho una contribución creciente en los últimos años. La extracción nacional de petróleo llegó a su máximo en 1998, año en que constituyó casi la mitad del CDM del petróleo; sin embargo, en 2008 la extracción nacional cubría menos de la cuarta parte de la demanda de petróleo de Guatemala. El país también depende en gran medida de las importaciones para satisfacer sus necesidades de metales.

En 1970, la intensidad de materiales de Guatemala era ligeramente mayor que el promedio regional, con 2,9 kg por dólar; sin embargo, tendió a aumentar desde ese año, en especial a partir de mediados de la década de 1980 hasta 1990, año en que alcanzó un máximo de 4,2 kg por dólar. Desde entonces ha mejorado, disminuyendo a 3,6 kg por dólar en 2008. En lo que respecta a Ecuador, los beneficios en materia de eficiencia que se puedan obtener del actual incremento de infraestructura aún no han compensado la dinámica compensatoria que mantiene alta la intensidad de materiales.

## 5.8 México

En 1970, el CDM per cápita de México fue de 6,7 toneladas, valor casi exactamente igual al del promedio mundial, y su valor de 10,5 toneladas en 2008 fue también muy similar al valor mundial (Figura 16). En dos ocasiones, a principios de la década de 1980 y a comienzos de la década de 1990, su CDM per cápita aumentó a niveles próximos a los promedios regionales, pero posteriormente volvió a valores cercanos a las tendencias mundiales. La variación del porcentaje entre los distintos componentes del CDM revela una transición industrial en curso, si bien comenzó el período en una etapa mucho más avanzada que Guatemala, otro país estudiado de Meso-América con alta densidad demográfica. El CDM total per cápita de México y los porcentajes relativos en 1970 eran, en términos generales, similares a los de Guatemala en 2008 (aunque el porcentaje de combustibles fósiles de México fue en todo momento más del doble que el de Guatemala). La biomasa disminuyó de 52% en 1970 a 35% en 2008; los minerales de construcción aumentaron de 28% a 40% y los combustibles fósiles se incrementaron de 11% a 14%, porcentaje superado únicamente por Venezuela. Hubo pocos cambios en el porcentaje de los minerales metálicos.

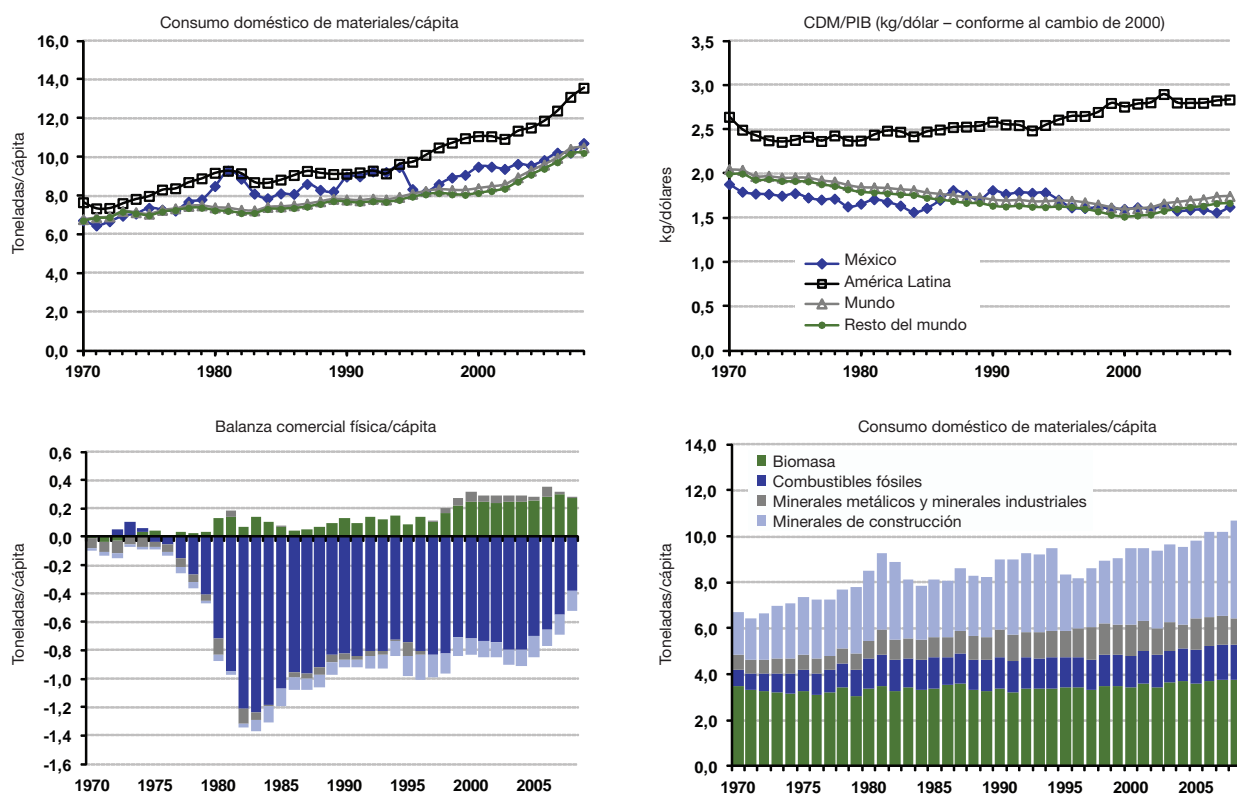


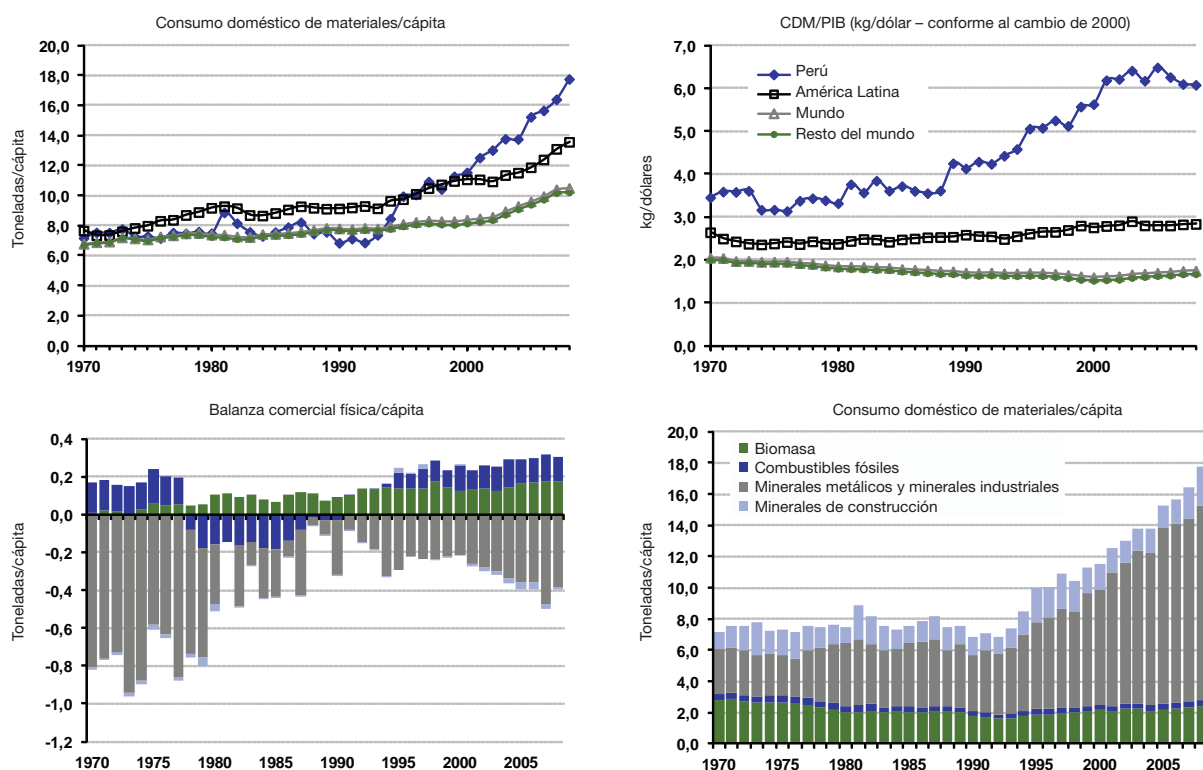
Figura 16. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en México

La principal característica del gráfico de la BCF es la rápida transición de México en la década de 1970 de ser importador de combustibles fósiles a exportador neto. El auge en las exportaciones netas de combustibles fósiles ocurre a lo largo de una década del comienzo de dicha transición, y luego da paso a un descenso continuo y prolongado. Una característica interesante es que el inicio de un volumen importante de importaciones netas de biomasa coincidió con la transición, aunque determinar si existió un nexo causal, como es la reorientación de México con su actividad económica, apartándola de la agricultura para permitir la expansión del sector petrolero, se encuentra fuera del alcance de este informe. En 1970, la IM de México de 1,9 kg por dólar se aproximó al promedio mundial. Posteriormente, descendió ligeramente a 1,6 kg por dólar en 2008, apartándose así de la tendencia regional, y culminó el período cerca del promedio mundial una vez más, es decir más del 40% por debajo del promedio regional.



## 5.9 Perú

En 1970, el CDM de Perú, 7,2 toneladas per cápita, estaba a un nivel intermedio entre el promedio mundial y el regional. Creció un 2,4% anual compuesto, de modo que en 2008 era de 17,7 toneladas per cápita, 31% más que el promedio regional y 74% superior al promedio del resto del mundo respectivamente (Figura 17). Casi todo este crecimiento (9,6 toneladas) se debe a los minerales metálicos y minerales industriales; los minerales de construcción añaden 1,4 toneladas, en tanto que los combustibles fósiles permanecieron estables y la biomasa incluso descendió. La referencia a las 11 categorías de datos presentadas (West, 2012) muestra que más del 99% del CDM de minerales metálicos corresponde a los minerales no ferrosos. La evolución de los porcentajes en los cuatro principales grupos de materiales recuerda a la de Chile en una primera etapa, en la que Perú en 2008 tuvo un perfil similar al chileno alrededor de 1980 (el total de toneladas también es similar, en el cual el CDM de Chile en 1980 era de 17,4 toneladas per cápita). En lo que respecta a Chile, las variaciones en los porcentajes de materiales indican en gran medida el hecho de que Perú funciona cada vez más como un *hinterland* extractivo para otras economías industrializadas.



**Figura 17. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en Perú**

Las exportaciones netas estuvieron dominadas por los minerales metálicos. La relación entre las exportaciones de metal y el CDM es muy baja, debido a la predominancia de los minerales no ferrosos y su elevada concentración en el comercio. De ser un exportador neto de combustibles fósiles a lo largo de la década de 1980, Perú volvió a ser cada vez más dependiente de las importaciones desde comienzos de la década de 1990. Datos más detallados muestran que dichas importaciones son, en gran parte, petróleo, que constituye cerca de una tercera parte del CDM de petróleo de Perú. El CDM de la biomasa per cápita disminuyó entre 1970 y principios de la década de 1990, coincidiendo con la creciente importación neta per cápita de Perú en dicha categoría.

En 1970, la IM de Perú de 3,5 kg por dólar, era 31% mayor que el promedio regional. Aumentó rápidamente, de modo que en 2008 era de 6,1 kg por dólar, factores de 2,1 y 3,5 veces el porcentaje regional y mundial, respectivamente. El rápido aumento de la IM coincide con la rápida expansión del CDM de los minerales metálicos, tal como se prevé, dado que dichos minerales se concentran rápidamente antes de ser comercializados.

## 5.10 República Bolivariana de Venezuela

En 1970, el CDM de Venezuela, 7,9 toneladas per cápita, era ligeramente superior al promedio regional. En las décadas siguientes creció muy lentamente, a 8,9 toneladas per cápita en 2008, aunque llegó a su valor máximo antes, ligeramente inferior a 10 toneladas per cápita alrededor de 1980. Los porcentajes relativos del CDM para las cuatro principales categorías de materiales se mantuvieron bastante estables durante el período de estudio, con la excepción de los minerales metálicos, que casi se cuadruplicó, de 2,8% a 10,4%. La biomasa disminuyó de un 33% a un 28%, pero los materiales de construcción también disminuyeron de un 39% a un 37%, en tanto que los combustibles fósiles también comenzaron y finalizaron el período ligeramente por debajo del 25%. Este régimen relativamente estable, especialmente en el porcentaje de la biomasa, sugiere que el progresivo abandono de la sociedad agrícola ya estaba lista en 1970, o al menos había avanzado hasta donde se podía en las circunstancias particulares de Venezuela, es decir, como economía apoyada fundamentalmente en las exportaciones de petróleo.

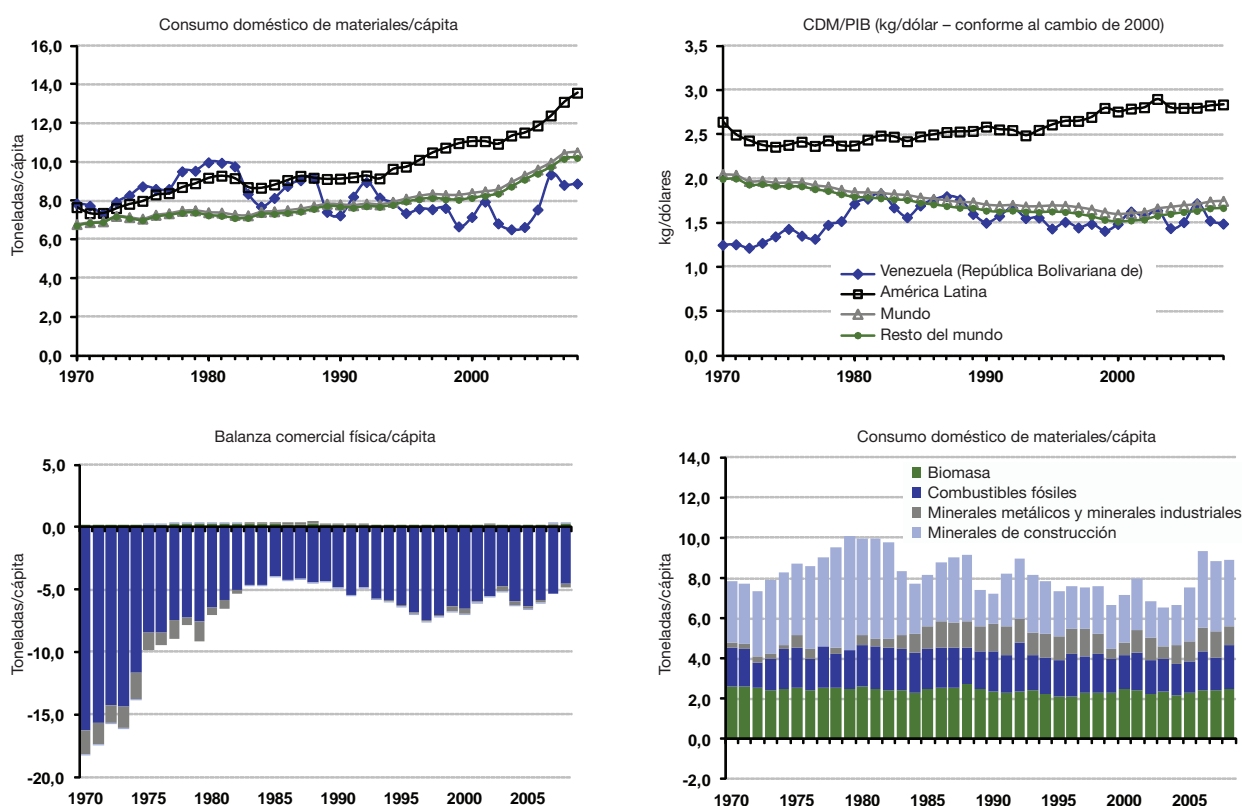


Figura 18. Resumen gráfico de flujos e intensidad de materiales en Venezuela

El gráfico de la BCF indica la predominancia casi total de los combustibles fósiles de las exportaciones netas de Venezuela, que en su inmensa mayoría son de petróleo. La rápida disminución de las exportaciones de combustibles fósiles, de la década de 1970 a la década de 1980, tal vez se deba más al resultado de los acontecimientos políticos y de mercado durante ese período (por ejemplo, embargos petroleros, la evaluación del cártel de la OPEP y las cuotas de producción oficiales de principio de la década de 1980) que al agotamiento de los recursos, que parece ser importante en otros países seleccionados.

En 1970, la IM de Venezuela de 1,25 kg por dólar, fue la mejor de los países seleccionados, menos de 48% del promedio regional y 63% del promedio mundial. Había aumentado a 1,5 kg por dólar en 2008, pero siguió siendo la mejor de todos los países seleccionados, y muy por debajo del promedio mundial.



## 6. Fuerzas motrices de los patrones de uso y eficiencia de materiales

El nivel de uso de recursos de una región está impulsado por varios factores. Para comprender mejor cómo se ha desarrollado el uso de los recursos hasta el presente, y qué trayectoria podría tomar este en el futuro, puede resultar útil definir y analizar las principales fuerzas motrices independientemente. Un marco analítico muy utilizado para lograr esto es la ecuación IPAT ( $I = P \times A \times T$ ). Dicha ecuación, en su forma original, propuesta por Ehrlich y Holdren (1971), conceptualiza los impactos totales sobre el medio ambiente ( $I$ ) como el producto de la población ( $P$ ), multiplicado por el nivel de riqueza de dicha población ( $A$ ), multiplicado por un coeficiente tecnológico ( $T$ ).

$I$  puede definirse como una emisión de interés, como  $\text{CO}_2$ , o una presión extractiva sobre el medio ambiente, como el CDM.  $A$  se considera con frecuencia el PIB/cápita, y  $T$  podría definirse como la intensidad de  $I$  por unidad del PIB generado. Así,  $I = \text{CDM}$ ,  $A = \text{PIB/cápita}$ , y  $T^4 = \text{CDM/PIB}$  (que equivale a la intensidad de materiales, IM).

Al utilizar este marco en su forma original, resulta sencillo determinar el efecto de cambiar sólo una de las fuerzas motrices sobre  $I$ . Un 10% de aumento en  $P$  tendrá como resultado, en igualdad de circunstancias, un 10% de aumento en  $I$ . La situación resulta menos clara cuando dos o más de las fuerzas motrices varían simultáneamente, debido al carácter multiplicativo de la ecuación. Una rápida inspección de las variaciones porcentuales de las fuerzas motrices ( $\Delta P$ ,  $\Delta A$  y  $\Delta T$ ) en la Tabla 5 muestra que la variación del impacto ( $\Delta I$ ) no puede calcularse añadiendo dichas variaciones. Aún más importante, es difícil asignar a las distintas fuerzas motrices una responsabilidad proporcional por  $\Delta I$  utilizando IPAT de este modo, y lograr que los componentes sumen 100%.

Una solución a este problema de asignación es utilizar una transformación de los factores de IPAT en su forma logarítmica, dándole forma de suma a la ecuación IPAT, la cual se presta para asignar contribuciones porcentuales a los distintos impulsores, que sumarán 100%.<sup>5</sup> En las tres últimas columnas de las Tablas 6 a 10 figuran los resultados de aplicar esta técnica.

<sup>4</sup> El uso del término  $T$  en la fórmula original IPAT es quizás desafortunado, dado que a menudo se relaciona un aumento en la tecnología con “t minúscula” con una mejora en la eficiencia. En el contexto de la IPAT,  $T$  significa “coeficiente tecnológico, que luego se define generalmente como el impacto ambiental de interés que sea, dividido entre el PIB. De ese modo,  $T$  puede aumentar o disminuir por causas como variaciones en el tipo de cambio, incluso si las tecnologías subyacentes utilizadas siguen siendo idénticas. Este punto es importante. Como nos interesa el CIM, en este caso  $T$  es simplemente  $\text{CIM} / \text{PIB}$ , que es equivalente a la IM. Cabe recordar que no empleamos la palabra “tecnología” de manera intercambiable con  $T$  (mayúscula), para recordarle al lector de esta definición muy específica y tal vez contradictoria.

<sup>5</sup> En Herendeen (1998) se puede consultar información detallada sobre la formulación de la transformación logarítmica de IPAT y un análisis de ciertas limitaciones de la técnica. Los valores correspondientes a Venezuela del cuadro 5 ofrece un ejemplo de un defecto. Cuando ha habido variaciones en los impulsores, de signos opuestos, que producen un pequeño cambio neto en el valor de  $I$ , al final obtenemos un porcentaje muy elevado de signos opuestos (que aún suma 100%) para explicar el pequeño valor de  $\Delta I$ . En dichos casos, la variación del porcentaje bruto en  $P$ ,  $A$  y  $T$  ofrece una representación mucho más clara de la dinámica durante el período.

La Tabla 6 muestra las variaciones a lo largo de todo el período estudiado. Todos los países seleccionados experimentaron un fuerte crecimiento demográfico durante el período, al igual que la región en su conjunto. Hubo una tendencia similar, aunque generalmente más débil, respecto al nivel de riqueza, aunque uno de los países seleccionados, Venezuela, registró un ligero descenso en su riqueza. Esto es similar, en términos generales, a los patrones mundiales, salvo que el crecimiento demográfico de América Latina impulsa con más fuerza que la riqueza el impacto ambiental estudiado, en tanto que para el total mundial, ambas fuerzas motrices fueron prácticamente iguales. A nivel nacional, en sólo tres países (Brasil, Chile y Colombia) la afluencia era de igual o mayor importancia que el crecimiento demográfico. Este fuerte vínculo de un impacto ambiental con el crecimiento de la población y la afluencia presenta un paralelo con el Resultado 10 del informe sobre la eficiencia en el uso de los recursos en América Latina (PNUMA 2011a) que, por una parte, destaca una conexión entre el PIB y el crecimiento demográfico, y por otra, con las emisiones del sector energético.

	$\Delta\%$	$\Delta I$ (toneladas)	$\Delta I_c / \Delta I$ <sup>6</sup>	$\Delta P$	$\Delta A$	$\Delta T$	Porcentaje de contribución mediante transformaciones logarítmicas		
							P	A	T
Brasil	375%	2.322.493.359	1,00	100%	124%	6%	44%	52%	4%
México	235%	798.070.654	1,00	110%	84%	-14%	62%	51%	-12%
Chile	668%	929.996.109	1,00	76%	182%	55%	28%	51%	22%
Argentina	91%	291.743.029	1,00	66%	49%	-23%	79%	62%	-41%
Perú	441%	416.987.575	1,00	119%	41%	76%	46%	20%	33%
Colombia	183%	205.165.984	1,00	111%	111%	-36%	72%	72%	-44%
Venezuela	195%	164.127.317	1,00	161%	-5%	19%	88%	-5%	16%
Ecuador	332%	100.508.568	1,00	126%	88%	2%	56%	43%	1%
Guatemala	371%	73.906.163	1,00	152%	51%	23%	60%	27%	13%
Bolivia	333%	64.789.225	1,00	130%	26%	49%	57%	16%	27%
América Latina	258%	5.528.890.032	1,08	102%	78%	7%	52%	43%	5%
Mundo	184%	45.336.125.279	0,99	82%	82%	-15%	58%	58%	-15%

**Tabla 6. Principales fuerzas motrices de las variaciones en el consumo doméstico de materiales de los 10 países con mayor consumo en América Latina durante el período 1970–2008.**

En lo que respecta a  $T$ , siete de los diez países seleccionados muestran que  $T$  incidía en el aumento de  $I$ . Ello es significativo, dado que si bien un aumento de la IM puede ocurrir incluso cuando la mayoría de los países logran disminuir su correspondiente IM (véase más arriba el análisis respecto a la Figura 7), esto evidentemente no está sucediendo en América Latina. Esto implica que uno de los requisitos iniciales para disminuir el valor de  $I$  al tiempo que se incrementa o incluso se mantiene el nivel de vida material, en general no se han cumplido en los países más importantes de la región. Los países con sectores mineros de metales no ferrosos relativamente grandes obtienen peores resultados en el valor de  $T$ .

<sup>6</sup> Cada uno de los valores  $I$ ,  $P$ ,  $A$  y  $T$  que figuran en los cuadros se determinan independientemente. El valor de  $I$  para una región incluirá todos los datos disponibles del CDM para cada punto de entrada de año/país de dicha región; no obstante,  $A$  y  $T$  incluirán solamente datos para cada punto de entrada de año/país, cuando el PIB y la población, o el CDM y el PIB, estén disponibles simultáneamente. Ello significa que mientras  $I = PAT$  se mantendrá estrictamente para los distintos países, a menudo no se mantendrá para regiones integradas por varios países, dado que los valores regionales de  $I$ ,  $P$ ,  $A$  y  $T$  pueden proceder de subconjuntos ligeramente distintos de país/año. Aquí la columna  $I_c/I$  muestra el coeficiente entre la variación de  $I_c$  (CDM) que se calcularía a partir de  $P$ ,  $A$  y  $T$ , y la que se ha compilado directamente de los datos básicos. La diferencia entre dicho coeficiente y el valor de 1 indica la importancia de dicho efecto para el período.

	$\Delta\%$	$\Delta I$ (toneladas)	$\Delta I_c / \Delta I$	$\Delta P$	$\Delta A$	$\Delta T$	Porcentaje de contribución mediante transformaciones logarítmicas		
							P	A	T
Brasil	86%	531.478.299	1,00	27%	78%	-17%	38%	93%	-31%
México	69%	233.950.889	1,00	34%	43%	-12%	55%	69%	-24%
Chile	40%	55.311.029	1,00	17%	14%	5%	46%	38%	15%
Argentina	16%	50.067.791	1,00	17%	14%	-13%	110%	88%	-99%
Perú	37%	35.008.868	1,00	31%	9%	-4%	87%	26%	-13%
Colombia	50%	55.937.541	1,00	26%	36%	-12%	57%	75%	-32%
Venezuela	79%	66.362.841	1,00	41%	-7%	37%	59%	-13%	54%
Ecuador	80%	24.163.677	1,00	33%	48%	-9%	49%	66%	-15%
Guatemala	67%	13.307.541	1,00	29%	34%	-4%	50%	57%	-7%
Bolivia	51%	10.000.311	1,00	27%	15%	3%	58%	34%	8%
América Latina	52%	1.117.432.693	1,03	27%	37%	-10%	53%	71%	-24%
Mundo	32%	7.919.652.804	0,99	21%	21%	-10%	68%	70%	-38%

**Tabla 7. Principales fuerzas motrices de las variaciones en el consumo doméstico de materiales de los 10 países con mayor consumo de América Latina durante el período 1970–1980.**

Las Tablas 7 a 10 muestran los análisis IPAT llevados a cabo por década. La Tabla 7, que comprende el período 1970–1980, muestra un descenso en el valor de  $T$  en siete de los diez países seleccionados. Además, indica que la región en su totalidad también acusó una disminución bastante pronunciada de  $-10\%$ , que coincide con el promedio mundial para dicho período, y la única década en la cual la región experimentó una mejora en la IM. El descenso en el valor de  $T$  fue muy inferior al aumento en la población y su afluencia, de modo que  $I$  aumentó un  $52\%$  durante dicho período, tasa superior al  $32\%$  de la cifra mundial. La afluencia, que aumentó a un ritmo de casi el doble del promedio mundial, representó la mayor porción del aumento del valor de la  $I$  para América Latina en ese período.

	$\Delta\%$	$\Delta I$ (toneladas)	$\Delta I_c / \Delta I$	$\Delta P$	$\Delta A$	$\Delta T$	Porcentaje de contribución mediante transformaciones logarítmicas		
							P	A	T
Brasil	26%	295.525.716	1,00	23%	-5%	8%	90%	-23%	32%
México	30%	173.475.505	1,00	23%	-3%	9%	79%	-12%	33%
Chile	63%	122.427.256	1,00	18%	23%	13%	34%	42%	24%
Argentina	-10%	-36.738.260	1,00	15%	-26%	5%	-138%	284%	-46%
Perú	15%	19.427.508	1,00	26%	-27%	25%	164%	-221%	157%
Colombia	30%	49.730.271	1,00	23%	15%	-9%	81%	55%	-36%
Venezuela	-5%	-7.844.720	1,00	31%	-17%	-13%	-503%	349%	253%
Ecuador	27%	14.674.714	1,00	29%	-5%	4%	107%	-23%	17%
Guatemala	64%	21.232.963	1,00	27%	-14%	50%	48%	-30%	82%
Bolivia	35%	10.346.860	1,00	25%	-19%	34%	73%	-69%	96%
América Latina	22%	713.679.100	1,00	23%	-8%	9%	101%	-44%	43%
Mundo	26%	8.544.041.368	0,99	19%	14%	-8%	76%	60%	-36%

**Tabla 8. Principales fuerzas motrices de las variaciones en el consumo doméstico de materiales de los 10 países con mayor consumo de América Latina durante el período 1980–1990.**

En la Tabla 8 observamos que, a diferencia de la tendencia mundial para tal período, la afluencia en América Latina tuvo una fuerte caída, un  $-8\%$  a nivel regional, dado que ocho de los diez países seleccionados experimentaron una disminución de la afluencia. Además, también en dicho período el valor de  $T$  representa la mayor parte del incremento de la IM de todos los períodos, aumentando en ocho de los diez países analizados, y creciendo un  $9\%$  a nivel regional, compensando con creces la contribución que hizo la afluencia en declive a limitar el crecimiento de  $I$ . Ello es contrario a la continua mejora global del valor de  $T$  a nivel mundial, según la cual la IM disminuyó un  $-8\%$ . El crecimiento demográfico fue inferior al período anterior, pero aun así muy superior al promedio mundial, y contribuyó con creces a aumentar el valor de  $I$  para tal período. El aumento de  $I$  para toda la región de América Latina fue inferior al promedio mundial para dicha década.

	$\Delta\%$	$\Delta I$ (toneladas)	$\Delta I_c / \Delta I$	$\Delta P$	$\Delta A$	$\Delta T$	Porcentaje de contribución mediante transformaciones logarítmicas		
							P	A	T
Brasil	36%	520.413.836	1,00	16%	10%	6%	50%	32%	18%
México	24%	181.072.464	1,00	18%	20%	-12%	75%	82%	-57%
Chile	179%	567.929.134	1,00	17%	59%	50%	15%	45%	40%
Argentina	42%	140.810.345	1,00	14%	37%	-9%	36%	90%	-27%
Perú	101%	150.766.598	1,00	19%	24%	36%	25%	30%	44%
Colombia	26%	56.974.184	1,00	20%	7%	-2%	78%	29%	-7%
Venezuela	22%	30.761.864	1,00	23%	0%	-1%	106%	-1%	-5%
Ecuador	16%	11.181.102	1,00	20%	0%	-3%	120%	-1%	-19%
Guatemala	42%	22.791.250	1,00	26%	19%	-5%	66%	49%	-15%
Bolivia	35%	13.973.369	1,00	25%	16%	-7%	73%	50%	-23%
América Latina	43%	1.691.615.360	1,04	18%	18%	7%	42%	42%	16%
Mundo	24%	9.797.934.834	1,00	15%	15%	-6%	66%	64%	-31%

**Tabla 9. Principales fuerzas motrices de las variaciones en el consumo doméstico de materiales de los 10 países con mayor consumo de América Latina durante el período 1990–2000.**

La Tabla 9, correspondiente al período 1990–2000, muestra la disminución gradual del crecimiento demográfico en la región, en tanto que la afluencia vuelve a un crecimiento relativamente fuerte, dado que solamente dos países sufren una mayor reducción de la afluencia. A raíz de ello, el crecimiento de la población y de la afluencia proporciona contribuciones relativamente iguales al incremento del valor de  $I$ . Esto ocurre para el mundo en general, aunque las tasas mundiales de crecimiento demográfico y de afluencia son inferiores. En el caso de  $T$ , también va en contra de la tendencia mundial a una IM descendente, y así incide en el aumento del crecimiento de  $I$  a nivel regional, en lugar de moderarlo. Se han producido grandes incrementos en los valores individuales de  $T$  para Chile y Perú, dado que la actividad de la minería de metales no ferrosos aumentó considerablemente en dichos países. En general, en dicho período, América Latina experimentó un crecimiento ligeramente superior a los promedios mundiales en cuanto a la población, la afluencia y el valor de  $T$ . Los tres factores se combinaron para impulsar el incremento regional en los valores de  $I$ , a un ritmo  $80\%$  más rápido que el promedio mundial.

	$\Delta\%$	$\Delta I$ (toneladas)	$\Delta I_c / \Delta I$	$\Delta P$	$\Delta A$	$\Delta T$	Porcentaje de contribución mediante transformaciones logarítmicas		
							P	A	T
Brasil	50%	975.075.507	1,00	10%	20%	13%	24%	45%	30%
México	23%	209.571.796	1,00	9%	11%	2%	40%	52%	8%
Chile	21%	184.328.689	1,00	9%	27%	-13%	45%	128%	-73%
Argentina	29%	137.603.153	1,00	8%	29%	-7%	30%	99%	-29%
Perú	71%	211.784.601	1,00	11%	43%	8%	19%	66%	14%
Colombia	15%	42.523.988	1,00	13%	26%	-19%	86%	162%	-148%
Venezuela	43%	74.847.332	1,00	15%	24%	1%	39%	60%	1%
Ecuador	63%	50.489.075	1,00	10%	35%	10%	19%	62%	20%
Guatemala	21%	16.574.409	1,00	22%	11%	-10%	102%	53%	-55%
Bolivia	57%	30.468.685	1,00	17%	16%	16%	34%	33%	33%
América Latina	35%	2.006.162.879	1,01	10%	20%	3%	32%	59%	9%
Mundo	37%	19.074.496.272	1,00	10%	14%	10%	30%	42%	28%

**Tabla 10. Principales fuerzas motrices de las variaciones en el consumo doméstico de materiales de los 10 países con mayor consumo de América Latina durante el período 2000–2008.**

Los resultados correspondientes al período 2000–2008 se presentan en la Tabla 10. Las tasas de crecimiento demográfico en América Latina registraron un marcado descenso en dicho período, dado que cuatro de los países seleccionados obtuvieron valores por debajo del promedio mundial, aunque la población de Guatemala siguió creciendo a más del doble de la tasa mundial. La afluencia a nivel regional aumentó sustancialmente, a un 20%, es decir, muy por encima del promedio mundial, representando el 59% del incremento regional del valor de  $I$ .  $T$  creció un 3%, lo que representó un aumento regional relativamente pequeño: un 9%, del valor de  $I$  en dicho período. A nivel nacional, seis de los países seleccionados registraron aumentos en el valor de  $T$ , aunque a un ritmo relativamente inferior a los dos períodos anteriores. Mientras  $T$  seguía creciendo a escala regional, por primera vez el rendimiento regional respecto de dicha medida fue mejor que el promedio mundial, cuya  $IM$  creció un 10%. Es probable que el aumento de los precios de los productos básicos durante dicho período haya sido un factor importante en este resultado. Teniendo en cuenta la magnitud del aumento de los precios de los productos básicos durante el período, tal vez parezca extraño que el valor de  $T$  no haya aumentado mucho más en un país como Chile, y en cambio si lo haya hecho en Perú, siendo que ambos realizan grandes exportaciones de metales no ferrosos. No cabe duda que habrá sido impulsado, hasta cierto punto, por la caída de los promedios de las leyes de mineral, con la consiguiente necesidad de extraer más minerales por unidad de producto básico exportado. El incremento regional del valor de  $I$  fue inferior al promedio mundial. Si bien esto fue así en una década anterior (de 1980 a 1990), en dicha ocasión fue impulsado por una importante disminución de la afluencia en la región.

## 7. Observaciones finales

Al observar cómo cambia la importancia relativa de la población, la afluencia y  $T$  durante los períodos señalados en la sección 6, surgen varios puntos esenciales. En primer lugar,  $T$  no ha servido para limitar el crecimiento en el consumo de materiales durante casi tres décadas, de 1980 a 2008 y, por tanto, no se han logrado las condiciones mínimas para un desacoplamiento por lo menos débil de los materiales del crecimiento económico desde la década inicial (1970 – 1980). Este hecho se encuentra directamente relacionado con el Resultado 3 del informe sobre eficiencia en el uso de los recursos en América Latina (PNUMA 2011a), relacionado a la necesidad de lograr mejoras notables en la eficiencia en el uso de los recursos para alcanzar la sustentabilidad.

Solamente en Colombia,  $T$  sirvió de freno al crecimiento del  $I$  para cada período analizado, y aún así en dicho país el CDM creció más de 180% en el período completo. Argentina logró el crecimiento más bajo de  $I$  de los países seleccionados, un 91%. Al examinar las distintas décadas, puede observarse que esto se logró mediante una combinación de tasas de crecimiento demográfico siempre bajas, disminuciones constantes y razonables de  $T$  y un crecimiento muy moderado de la afluencia. En ningún caso un país registró un descenso de  $I$  durante una década que podría atribuirse a  $T$ , indicando que hasta ahora no hay señales de que una curva ambiental de Kuznets funcione en ninguno de los países seleccionados en relación con el CDM. También es evidente que los países que aumentan su función como *hinterlands* extractivos para otros países industrializados tendrán una marcada tendencia a incrementar el  $T$  a largo plazo, en particular cuando se especializan en la extracción de metales no ferrosos. Esto refuerza la idea de que la tendencia a la primarización observada en el informe del PNUMA (2011a) dificulta el logro de una mayor eficiencia en el uso de los recursos, por lo menos según la medición de intensidad de materiales.

Hubo dos ocasiones en las que se registraron disminuciones en el CDM total, en Venezuela y en Argentina de 1980 a 1990, y en ambos casos el principal impulso fueron fuertes descensos en la afluencia (aunque  $T$  aportó una considerable contribución en el caso de Venezuela). Este punto es importante, dado que en una región integrada principalmente por países en desarrollo, reducir los impactos ambientales disminuyendo la riqueza se consideraría sin duda un fracaso, impidiendo alcanzar el objetivo de elevar el nivel de vida material.

Resulta más alentador el hecho de que por lo menos el ritmo de deterioro de la eficiencia en el uso de los materiales se redujo considerablemente en el último período, debido a que la IM ha aumentado solo 3% a nivel regional. Además, el crecimiento demográfico relativamente rápido, que ha sido el principal impulsor de la creciente CDM de la región, mostró en cada período una fuerte y continuada tendencia descendente, permitiendo que sea proporcionalmente más fácil lograr el simple mantenimiento para todos del nivel de vida material.



## 8. Epílogo: nota sobre el alcance de este informe

El presente informe tiene la finalidad de establecer pruebas empíricas de los flujos materiales y la productividad de los recursos para la mayor cantidad posible de países de la región de América Latina y proporcionar información técnica para acompañar la base de datos, adicionalmente cubriendo algunos países del Caribe disponible en [www.csiro.au/LatinAmericaCaribbeanResourceFlows](http://www.csiro.au/LatinAmericaCaribbeanResourceFlows).

Los autores son conscientes que el presente informe no cubre los aspectos socioeconómicos del desarrollo desigual relacionado con las industrias extractivas que dominan las economías nacionales de muchos de los países de América Latina. Estos aspectos no fueron parte del proyecto y por tanto no están dentro del ámbito del informe. Sin embargo, es una cuestión regional muy delicada que merece ser reconocida. Esta sección enumera algunas otras causas de preocupación que existen actualmente en América Latina, y aporta referencias adicionales al respecto para los lectores que quisieran más contexto en relación con los flujos de materiales que aquí se presentan.

- Para consultar investigaciones que comparan el consumo de materiales con el desarrollo económico de los países y las regiones de América Latina, véase el informe de CEPAL (2007).
- A efectos de consultar un análisis de cómo respondió Uruguay a la crisis financiera de 2002, véase el informe del Banco Mundial y el Ministerio de Economía y Finanzas (2007). Para consultar un debate de las modalidades del crecimiento económico y la desigualdad de ingresos en Chile, véase Infante y Sunkel (2009).
- Para consultar los debates sobre las repercusiones ambientales de las actividades de desarrollo en América Latina, véase Ramos (2010), Schatan (1998), Prebisch (1983) y Dittrich *et al.* (2012). Si desea más información sobre las repercusiones ambientales de las actividades de desarrollo de Chile, véase Quiroga (1995).
- Para ver los estudios sobre flujos de materiales relacionados con los distintos países o pequeños grupos de países, véase Giljum (2004 – Chile), González-Martínez y Schandl (2008 – México), Vallejo, Pérez-Rincón y Martínez-Alier (2011 – Colombia), Russi *et al.* (2008 – Chile, Ecuador, México y Perú), Pérez-Rincón (2006 – Colombia), Vallejo (2010 – Ecuador), Eisenmenger *et al.* (2007 – Brasil, Chile y Venezuela), y Pérez Manrique *et al.* (2012 – Argentina). Para información más general sobre la contabilidad de flujos materiales, véase Krausmann *et al.* (2008), Matthews *et al.* (2000) y Eurostat (2011).
- Si desea consultar antecedentes históricos sobre el desarrollo económico y la reforma estructural en América Latina, véase Prebisch (1950), Furtado *et al.* (1984), Griffith-Jones y Sunkel (1986), Schaffner (1994), Hounie *et al.* (1999), Pengue (2005), Pérez-Rincón (2006) y Naciones Unidas (2011).
- Para consultar debates sobre intercambio desigual y desigualdades en la distribución, véase Hornborg (1998) y Martínez-Alier (2002). Si desea consultar debates sobre conflictos ambientales relacionados con las industrias extractivas, véase Gudynas (2012), Gudynas y Acosta (2011) y Acosta (2009).

## Referencias

- Acosta, A. (2009). *La maldición de la abundancia*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.
- Banco Mundial y Ministerio de Economía y Finanzas (2007). *Uruguay: ¿qué aprendimos de la crisis financiera de 2002?* Montevideo, Uruguay.
- CEPAL (2007). *Progreso técnico y cambio estructural en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- Dittrich, M., S. Giljum, S. Lutter y C. Polzin (2012). *Green economies around the world? Implications of resource use for development and the environment*. Viena: SERI.
- Ehrlich, P. R. y J. P. Holdren (1971). *Impact of Population Growth*. *Science*, 171, 1212-1217.
- EIA (2011). *International Energy Statistics*. U.S. Energy Information Administration.
- Eisenmenger, N., J. Ramos Martín y H. Schandl (2007). *Análisis del metabolismo energético y de materiales de Brasil, Chile y Venezuela*. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 6, 17–39.
- Eurostat (2011). *Economy Wide Material Flow Accounts (EW-MFA): Compilation Guidelines for Eurostat's 2011 EW-MFA questionnaire*.
- FAO (2011a). *Sección de suscriptores – Descargas de grandes cantidades – Balances Alimentarios*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO (2011b). *Sección de suscriptores – Descargas de grandes cantidades – Forestal*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO (2011c). *Sección de suscriptores – Descargas de grandes cantidades – Producción*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO (2011d). *Sección de suscriptores – Descargas de grandes cantidades – Comercio*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Furtado, C., A. Ferrer y R. Prebisch (1984). *Para construir la democracia*. Buenos Aires, Argentina: El Cid Editor.
- Giljum, S. (2004). *Trade, material flows and economic development in the South: The example of Chile*. *Journal of Industrial Ecology*, 8, 241–261.
- González-Martínez, A. C. y H. Schandl (2008). *The biophysical perspective of a middle income economy: Material flows in Mexico*. *Ecological Economics*, 68, 317–327.
- Griffith-Jones, S. y O. Sunkel (1986). *Debt and Development Crises in Latin America: The End of an Illusion*. Oxford: Oxford University Press.
- Gudynas, E. (2012). *Estado compensador y nuevos extractivismos: Las ambivalencias del progresismo sudamericano*. *Nueva Sociedad*, 237, 128–146.
- Gudynas, E. y A. Acosta (2011). *La renovación de la crítica al desarrollo y el buen vivir como alternativa*. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 16, 71–83.
- Hornborg, A. (1998). *Towards an ecological theory of unequal exchange: articulating world system theory and ecological economics*. *Ecological Economics*, 25, 127–136.
- Hounie, A., L. Pittaluga, G. Porcile y F. Scatolin (1999). *ECLAC and the new growth theories*. *CEPAL Review*, 68, 7–34.
- IEA (2011a). *Energy balances of non-OECD countries*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2011b). *Energy balances of OECD countries*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2011c). *Energy statistics of non-OECD countries*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2011d). *Energy statistics of OECD countries*. Paris: International Energy Agency.
- Infante, R. B. y O. Sunkel (2009). *Chile: towards inclusive development*. *CEPAL Review*, 97, 133–152.
- Krausmann, F., M. Fischer-Kowalski, H. Schandl & N. Eisenmenger (2008). *The Global socio-metabolic transition: past and present metabolic profiles and their future trajectories*. *Journal of Industrial Ecology*, 12, 637–656.



- Martínez-Alier, J. (2002). *The Environmentalism of the Poor: A Study of Ecological Conflicts and Valuation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Matthews, E., C. Amann, S. Bringezu, M. Fischer-Kowalski, W. Hüttler, R. Kleijn, Y. Moriguchi, C. Ottke, E. Rodenburg, D. Rogich, H. Schandl, H. Schütz, E. Van der Voet y H. Weisz (2000). *The Weight of Nations. Material Outflows from Industrial Economies*. Washington, DC: World Resources Institute.
- Naciones Unidas (2011). *Información histórica – Evolución de las ideas de la CEPAL*. Naciones Unidas.
- Pengue, W. A. (2005). *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina: ¿La transgénesis de un continente?* Publicado en la Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. México D.F., México: PNUMA.
- Pérez-Rincón, M. A. (2006). Colombian international trade from a physical perspective: Towards an ecological 'Prebisch thesis'. *Ecological Economics*, 59, 519–529.
- Pérez Manrique, P., J. Brun, A. C. González-Martínez, M. Walter y J. Martínez-Alier (2012). The Biophysical Performance of Argentina (1970–2009). *Journal of Industrial Ecology*, en prensa.
- PNUMA (2011a). *Eficiencia en el uso de los recursos en América Latina: Perspectivas e implicancias económicas*. Ciudad de Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PNUMA (2011b). *Resource Efficiency: Economics and Outlook for Asia and the Pacific*. Bangkok: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PNUMA (2013). *Recent trends in material flows and resource productivity in Asia and the Pacific*. CSIRO Ecosystem Sciences for the United Nations Environment Programme.
- Prebisch, R. (1950). *The Economic Development of Latin America and Its Principal Problems*. Lake Success, NY: Naciones Unidas.
- Prebisch (1983). *Biósfera y desarrollo*. Publicado en *Ecodesarrollo, el pensamiento del decenio*, eds. M. Marino de Botero y J. G. Tokatlián, 261–287. Caracas.
- Quiroga, R. (1995). *El Tigre sin Selva: consecuencias ambientales de la transformación económica de Chile*. Santiago: Instituto de Ecología Política, IEP.
- Ramos, G. C. D. (2010). *Ecología Política de la Minería en América latina: Aspectos Socioeconómicos legales y ambientales de la mega minería*. Coyoacán, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Russi, D., A. C. González-Martínez, J. C. Silva-Macher, S. Giljum, J. Martínez-Alier y M. C. Vallejo (2008). *Material Flows In Latin America: A Comparative Analysis of Chile, Ecuador, Mexico and Peru (1980-2000)*. *Journal of Industrial Ecology*, 12, 704–720.
- Schaffner, J. A. (1994). On Osvaldo Sunkel's (ed.) *Development from Within: Toward a Neostructuralist Approach for Latin America*. *Journal of Economic Literature*, 32, 54–55.
- Schatan, J. (1998). *El Saqueo de América Latina: Deuda Externa, Neoliberalismo, Globalización*. Santiago: LOM Ediciones/Universidad Arcis.
- UN Statistics Division (2006). *Composition of macro geographical (continental) regions, geographical sub-regions, and selected economic and other groupings*. Nueva York: UNSD.
- UN Statistics Division (2011a). *Commodity Trade Statistics Database United Nations*.
- UN Statistics Division (2011b). *Industrial Commodity Production Statistics Database 1950–2008*. Nueva York.
- USGS (2011). *Commodity statistics and information*. United States Geological Survey.
- Vallejo, M. C. (2010). Estructura biofísica de la economía ecuatoriana, comercio exterior, repercusiones en materia de políticas. *Ecological Economics*, 70, 159-169.
- Vallejo, M. C., M. Pérez-Rincón & J. Martínez-Alier (2011). Metabolic profile of the Colombian Economy from 1970 to 2007. *Journal of Industrial Ecology*, 15, 245–267.
- West, J. (2012). *Material flows database for the Latin America and the Caribbean region*. Canberra: CSIRO.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)  
Oficina Regional para América Latina y el Caribe  
Avenida Morse, Edificio 103. Clayton, Ciudad del Saber.  
Ciudad de Panamá, Panamá. Apdo. Postal: 03590-0843

Teléfono: (+507) 305-3100 / Fax: (+507) 305-3105  
<http://www.pnuma.org> Correo electrónico: [rolac.dewalac@unep.org](mailto:rolac.dewalac@unep.org)

[www.unep.org](http://www.unep.org)

United Nations Environment Programme  
(UNEP)

P.O. Box 30552 Nairobi 00100, Kenya  
Tel: +254-(0)20-762-1234  
Fax: +254-(0)20-762 3927  
Email: [unep@unep.org](mailto:unep@unep.org)  
Web: [www.unep.org](http://www.unep.org)



Este informe tiene como objetivo complementar el informe original “Eficiencia en el uso de los recursos en América Latina: Perspectivas e Implicancias Económicas” (PNUMA 2011). El contenido del presente documento se basa en una nueva base de datos sobre flujo de materiales en América Latina y el Caribe, la cual se creó posteriormente al informe inicial y profundiza los análisis cuantitativos específicamente relacionados con el flujo de materiales primarios y las trayectorias de los indicadores de eficiencia de los recursos relacionados.

