

DATOS CLIMÁTICOS: DISCERNIMIENTOS Y OBSERVACIONES

Por

Kevin Baumert

Jonathan Pershing

Con contribuciones de

Timothy Herzog

Matthew Markoff

WORLD RESOURCES INSTITUTE

DATOS CLIMÁTICOS: DISCERNIMIENTOS Y OBSERVACIONES

**Preparado para el Centro Pew sobre
el Cambio Climático Global**

Por

Kevin Baumert

Jonathan Pershing

con contribuciones de

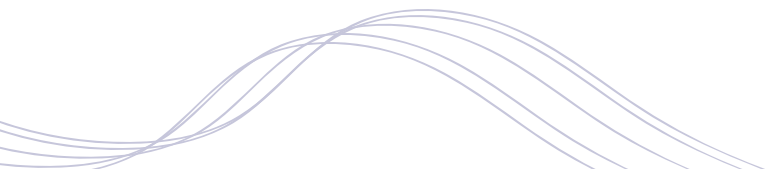
Timothy Herzog

Matthew Markoff

WORLD RESOURCES INSTITUTE

Diciembre 2004

Traducido por Luis Rodrigo Chaparro M., Profesor Asistente, Universidad Nacional de Colombia. El Centro Pew y los autores aprecian las valiosas recomendaciones de los revisores Joseph E. Aldy, John Ashton, Richard Baron, Thomas C. Heller, y P.R. Shukla. Este documento inicialmente se preparó como insumo al Diálogo Climático en Pocátinco, una serie de discusiones entre hacedores de políticas y tomadores de decisiones de alto nivel de 15 países. El Centro expresa sus agradecimientos a Pew Charitable Trusts, United Nations Foundation, Wallace Global Fund, y Rockefeller Brothers Fund por su apoyo al Diálogo.



Contenido

Notas Explicatorias *iii*

Introducción *1*

I. Emisiones, Población y PIB *3*

II. Cambio en el Uso del Suelo y Gases Diferentes al CO₂ *5*

III. Intensidad de Carbono *7*

IV. Emisiones per Cápita *10*

V. Emisiones Acumuladas *12*

VI. Proyección de Emisiones *15*

VII. Vulnerabilidad *17*

VIII. Capacidad *19*

Tablas *21*

Apéndice 1. Acerca de CAIT (Herramienta de Indicadores de Análisis Climático) *31*

Apéndice 2. Factores que Afectan las Emisiones de CO₂ Relacionadas con Energía *33*

Apéndice 3. Escenarios SRES del IPCC *34*

Apéndice 4. Datos Regionales *35*

Referencias *38*

Notas finales *39*

Notas Explicatorias

Las siguientes convenciones y supuestos aplican a los datos y análisis presentados en este documento:

- **Tratamiento de diferentes gases y fuentes.** Cuando se examinan las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se incluyen por defecto seis gases de efecto invernadero: CO₂ de los combustibles fósiles y la producción de cemento, metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoruro de hidrogeno (SF₆), perfluorocarbonos (PFCs), e hidrofluorocarbonos (HFCs). En algunos casos hay una incertidumbre significativa con respecto a los datos de emisiones.¹ Los estimativos de CO₂ del cambio en el uso del suelo y silvicultura normalmente no se incluyen en los datos de emisiones debido a niveles de incertidumbre extremadamente grandes. Sin embargo, para ilustrar posibles implicaciones de incluir estas fuentes, se presentan selectivamente en varias secciones.
- **La Unión Europea.** Adicionalmente a los estados miembro individuales, la Unión Europea (EU) es tratada en la mayoría de los casos como un “país.” Esto en razón de que la Comunidad Europea accedió a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC) como una organización de integración económica regional, con estatus de “Parte.” Adicionalmente, la EU es considerada típicamente como un miembro de 25 estados (reflejando los miembros de la EU en 2004), mas que el miembro de 15 estados que existía cuando la EU ratificó el Protocolo de Kioto. Para evitar doble contabilidad cuando se agregan los datos nacionales se incluyen los datos de la EU pero no los de los estados miembros.
- **Rangos.** Las tablas y texto se refieren frecuentemente a los “rangos” o escalafones de países en particular. A menos que se diga otra cosa, el escalafón indica la posición de un país entre los 186 países incluidos en la base de datos de la Herramienta para el Análisis de Indicadores Climáticos (CAIT). Es importante notar que, en algunos casos, los datos de un escalafón podrían malinterpretarse porque pueden existir grandes diferencias entre los países para un indicador en particular, pero pequeñas diferencias en el escalafón. La población de Indonesia, por ejemplo, está ubicada como la quinta en el mundo, mientras que la India es segunda; aun así la población de la India es casi cinco veces más grande que la de Indonesia. En otros casos, la diferencia en el escalafón puede ser grande, pero la diferencia absoluta puede ser pequeña. Japón, por ejemplo, se ubica 28 en los niveles de educación; pero la diferencia entre el primer país del escalafón y Japón no es muy grande.

- **Países “Desarrollados” y en “Vías de Desarrollo.”** Las referencias en las figuras, tablas y texto a países “desarrollados” (o “industrializados”) y en “vías de desarrollo” corresponden a la distinción entre países Anexo I y no Anexo I de la UNFCCC (con las no Partes ubicadas apropiadamente). Como más comúnmente se interpreta, la distinción entre “desarrollados” y “en vías de desarrollo” que existe hoy puede tener poca aplicabilidad en las futuras décadas. Ya para el 2010 o 2020, algunos países que actualmente se consideran “en vías de desarrollo” pueden no ajustarse a esa clasificación. El Anexo I incluye también varias economías en transición que en otro contexto no podrían ser consideradas países “desarrollados.”
- **Fuente de Datos.** La mayor parte de la información en este estudio se extrajo de CAIT. Donde se hayan extraído datos de otra fuente o estudios se indica según el caso.
- **Medida del PIB.** En este documento (y en el CAIT), el Producto Interno Bruto se mide en unidades de poder de compra equivalente. Estas unidades, si bien están sujetas a una controversia reciente, se consideran más apropiadas para realizar comparaciones internacionales, que las tasas de cambio de mercados, especialmente a lo largo de la línea norte-sur.

Introducción

Una base importante para una buena realización de políticas es contar con datos relevantes y creíbles. Al considerar las etapas a seguir en el esfuerzo internacional contra el cambio climático, los tomadores de decisiones y hacedores de políticas se confrontan con una abundancia de datos, desde la tendencia en emisiones del siglo hasta las más probables tasas de crecimiento del PIB en el futuro. Convertir estos datos en instrumentos importantes para la toma de decisiones es un reto enorme.

Este documento ofrece un conjunto de discernimientos y observaciones relevantes para la creación de política, derivados de la Herramienta para el Análisis de Indicadores Climáticos (CAIT), que es una amplia base de datos de indicadores relacionados con el clima desarrollados por el World Resources Institute (WRI), el cual incluye datos a nivel nacional y global respecto a emisiones, medidas energéticas, económicas y socioeconómicas (ver el **Anexo 1** para una descripción completa).

Si bien estos datos permiten importantes discernimientos sobre el reto que presenta el cambio climático a escala internacional, deben tratarse con cierta precaución. Como se verá, algunos de los datos son más sólidos que otros. En algunos casos, el aura de precisión proyectada por una tabla de datos enmascara una considerable incertidumbre en los datos subyacentes. Como en cualquier asunto complejo, una tendencia o relación dada puede visualizarse mediante un sinnúmero de lentes estadísticos. Aún si los datos son completamente creíbles, la manera en que se seleccionan, analizan y presentan pueden alterar significativamente las realidades que representan. Por ejemplo, los datos que se presentan aquí son basados en los países; un análisis sectorial entre países podría llevar a diferentes discernimientos. Finalmente, aún datos perfectos presentados objetivamente son a lo sumo una base, no un sustituto para realizar una toma de decisiones informada.

Con estas consideraciones en mente, este documento trata de la mejor manera posible de permitir que los datos hablen por sí mismos. Las siguientes secciones examinan las emisiones de GEI del pasado, presente, proyectadas y per cápita; la influencia de la población, PIB, e intensidad de carbono en la tendencia de emisiones; la contribución relativa de los combustibles fósiles, el uso del suelo y otras fuentes de GEI; la vulnerabilidad de los países a los impactos del cambio climático; y su capacidad para manejar las causas y consecuencias del cambio climático.

Entre los discernimientos y observaciones claves:

- Un número relativamente pequeño de países produce la gran mayoría de las emisiones globales de GEI. La mayoría también están entre los países más poblados y aquellos con economías en transición. Los mayores emisores incluyen casi un número igual de países desarrollados y en vías de desarrollo, así como economías en transición.

- El dióxido de carbono (CO₂) de la combustión de combustibles fósiles constituye la mayor parte de los GEI. Sin embargo, el CO₂ del cambio en el uso del suelo y varios de los otros GEI contribuyen conjuntamente con más del 40 por ciento de las emisiones globales, y a una alta proporción de las emisiones de los países en vías de desarrollo. Aun así, el grupo de los máximos emisores varía poco, independientemente de que gases se contabilizan.
- Intensidad de carbono—el nivel de emisiones de CO₂ por unidad de producto económico—varía ampliamente entre países, reflejando diferencias en estructura económica, eficiencia energética y mezcla combustible. Una reducción en la intensidad de carbono en muchos países desarrollados y en vías de desarrollo puede sugerir un “desacople” preliminar o gradual entre emisiones y crecimiento económico.
- Solo un número reducido de países con las mayores emisiones también está entre aquellos con las mayores emisiones per cápita. Si bien generalmente las emisiones per cápita usualmente son mayores en los países más adinerados, hay excepciones notables. Para algunos países, las emisiones per cápita varían significativamente cuando se tiene en cuenta el CO₂ del cambio en el uso del suelo y los gases diferentes al CO₂.
- La mayor parte de los más grandes emisores de hoy día también son los mayores emisores a lo largo de la historia, con los países desarrollados contribuyendo a las emisiones acumuladas generalmente en una gran proporción, y los países en vías de desarrollo en menor manera. La contribución histórica de un país puede variar sustancialmente dependiendo del periodo de tiempo evaluado y si se incluyen o no las emisiones de CO₂ del cambio en el uso del suelo.
- Si bien las proyecciones de emisiones futuras son de gran incertidumbre, la mayoría de los modelos proyectan un crecimiento sustancial en las emisiones globales, con el crecimiento más rápido ocurriendo en los países en vías de desarrollo. Cuando las emisiones históricas y las emisiones futuras se consideran conjuntamente, las contribuciones acumuladas de los países desarrollados y en vías de desarrollo se proyecta que alcanzarán la paridad en algún momento entre el 2030 y el 2065.
- Si bien los índices para medir la vulnerabilidad al clima no están bien desarrollados, aparentemente los países más vulnerables a los impactos del clima son aquellos que han contribuido menos al cambio climático. Entre los mayores emisores, la vulnerabilidad es generalmente grande entre los países en vías de desarrollo y más baja entre los países industrializados.
- El ingreso per cápita, una manera de medir la capacidad de un país para enfrentar el cambio climático, varía significativamente entre los mayores emisores de GEI. Si bien en términos porcentuales el ingreso per cápita está creciendo más rápido en los países en vías de desarrollo que en los industrializados, en términos absolutos, la diferencia en ingreso se está ampliando.

Las secciones I a VIII elaboran sobre estas observaciones generales y dan ilustraciones específicas.

Algunos de los datos señalados se presentan dentro de las secciones (**Figuras 1 a 14**); los restantes pueden encontrarse en las **Tablas 1 a 10**, que se agruparon al final del texto en las páginas 21 a 30.

I. Emisiones, Población, y PIB²

Un número relativamente pequeño de países produce la gran mayoría de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). No es sorpresa que estos países tiendan a tener también grandes economías, una gran población, o ambas. En efecto, la mayoría de los más grandes emisores de GEI también están entre los países más poblados y aquellos con los de mayor Producto Interno Bruto (PIB). Un análisis de la variación de emisiones en el tiempo reduce la importancia de la población y el PIB como vectores del crecimiento de las emisiones. Hay una diversidad significativa entre los mayores emisores—el grupo incluye casi un número igual de países desarrollados y en vías de desarrollo, así como economías en transición.

Juntos, los 25 países con las mayores emisiones de GEI suman aproximadamente el 83 por ciento de las emisiones globales (**Figura 1**).³ Ellos van desde los Estados Unidos, con 20.6 por ciento de las emisiones globales, hasta Pakistán con 0.8 por ciento. Si se cuenta la Unión Europea como un todo, ella y los otros cuatro mayores emisores—Estados Unidos, China, Rusia e India—contribuyen aproximadamente con 61 por ciento de las emisiones globales.

Solo ocho de los mayores emisores están también entre las 25 naciones más pobladas, con China como la mayor y Australia la menor (52^{avo} globalmente). Colectivamente, los mayores emisores representan 71 por ciento de la población global (**Tabla 1**).⁴ Solo tres de los mayores emisores están también entre los 25 países con mayor PIB, yendo desde Estados Unidos y la EU (cada uno con 21.9 por ciento del PIB global) hasta Ucrania (0.4 por ciento del PIB global). Juntos, los 25 mayores emisores generan 86 por ciento del PIB global. Algunos países caen dentro de las mayores economías en virtud de sus grandes poblaciones (China e India juntas representan 38 por ciento de la población global, pero solo el 17 por ciento del PIB global); otros en virtud de su riqueza (los Estados Unidos y la EU juntas representan solo 12.2 por ciento de la población global, pero cerca al 45 por ciento del PIB).

Hay una diversidad significativa entre los 25 mayores emisores. Como un todo, el grupo trasciende las agrupaciones tradicionales de países desarrollados, en vías de desarrollo y economías en transición. Incluyen:

- 13 países Anexo I (industrializados), 10 de los cuales son miembros de la OECD;
- 11 países no Anexo I (en vías de desarrollo);
- 3 países OECD que son no Anexo I (Corea del Sur, México y Turquía);
- 3 economías en transición (Polonia, Rusia y Ucrania);
- 3 miembros de la OPEC (Indonesia, Irán y Arabia Saudita); y
- 6 de los 25 estados miembros de la EU.

La fuerte correspondencia en los escalafones de emisiones, población, y PIB refleja la importancia de la población y el crecimiento económico como impulsores de las emisiones. Esto se deriva también al examinar los cambios en las emisiones en el tiempo. Mediante un análisis de factores (para la metodología, ver el

Apéndice 2), es posible estimar la contribución relativa de varios factores a los cambios en el nivel de emisiones de un país. Los resultados para los 25 mayores emisores para el período 1990-2000, se presentan en la **Tabla 2**. En la mayoría de los casos, los cambios en población y el PIB (expresado como PIB per cápita) parecen tener influencias predominantes. En países tan diversos como Estados Unidos, India, Indonesia, Australia e Irán, tanto la población como el crecimiento económico contribuyeron significativamente al crecimiento de las emisiones. En otros países tales como Japón y las naciones europeas, la población permaneció relativamente estable y tuvo poca influencia en los patrones de emisiones, mientras que en Sudáfrica, el crecimiento de la población fue de lejos el que mayor contribuyó al crecimiento de las emisiones. En otros, principalmente Rusia y Ucrania la contracción económica llevo a una reducción en las emisiones.

En muchos casos, el análisis también revela la fuerte influencia de factores diferentes al PIB. Estos factores, que incluyen la intensidad energética, la mezcla combustible y la contribución de gases diferentes al dióxido de carbono (CO₂), se explorarán más a fondo en las secciones siguientes

Figura 1

Los 25 mayores emisores de gases de efecto invernadero, 2000
(✓ indica los 25 mayores en PIB o población)

	% de GEI en el mundo	PIB	Población
Estados Unidos	20.6	✓	✓
China	14.8	✓	✓
Unión Europea (25)	14.0	✓	✓
Rusia	5.7	✓	✓
India	5.5	✓	✓
Japón	4.0	✓	✓
Alemania	2.9	✓	✓
Brasil	2.5	✓	✓
Canadá	2.1	✓	
Reino Unido	2.0	✓	✓
Italia	1.6	✓	✓
Corea del Sur	1.6	✓	
Ucrania	1.6		✓
México	1.5	✓	✓
Francia	1.5	✓	✓
Indonesia	1.5	✓	✓
Australia	1.4	✓	
Irán	1.3	✓	✓
Sudáfrica	1.2	✓	
España	1.1	✓	
Polonia	1.1	✓	
Turquía	1.1	✓	✓
Arabia Saudita	1.0		
Argentina	0.9	✓	
Pakistán	0.8		✓
Resto del mundo	17		
Desarrollados	52		
En vías de desarrollo	48		

Nota: Las emisiones incluyen el CO₂ de los combustibles fósiles y el cemento (no las emisiones relacionadas con el cambio en el uso del suelo) y cinco gases diferentes al CO₂. Para evitar doble contabilidad cuando se presentan datos nacionales se incluyen los datos para la EU pero no para los estados miembros. Los datos de GEI fueron agregados por el WRI basados en el CDIAC y la IEA para el CO₂, EDGAR y EPA para el CH₄ y N₂O, y EPA para HFC, PFC y SF₆. Los datos de población y PIB son del Banco Mundial.

II. Cambio en el Uso del Suelo y Gases Diferentes al CO₂

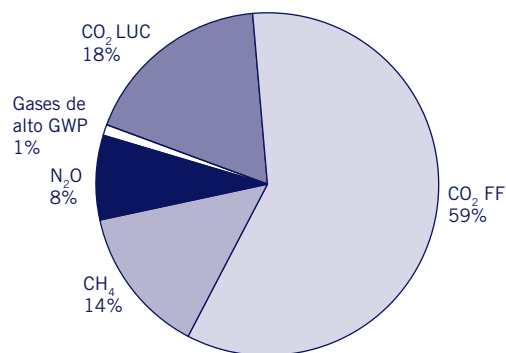
Si bien el CO₂ de la combustión de combustibles fósiles es la mayor fuente de emisiones de GEI, el CO₂ del cambio en el uso del suelo y varios otros GEI juntos contribuyen con más del 40 por ciento de las emisiones globales. La contribución del cambio en el uso del suelo y de los gases diferentes al CO₂ es significativamente mayor en los países en vías de desarrollo que en los países industrializados. A pesar que los perfiles de emisiones varían considerablemente de país a país, el grupo de los mayores emisores varía poco ya sea que se tomen en cuenta solamente las emisiones de combustibles fósiles, o la contribución adicional del cambio en el uso del suelo y los gases diferentes al CO₂.

El análisis de las tendencias de emisiones de GEI a veces se centra solamente en las emisiones de CO₂ por ser la fuente mayoritaria, y porque los registros de datos son mayores, más amplios y más precisos. Sin embargo, una contabilidad completa de las emisiones antropogénicas del GEI, debería incluir el CO₂ del cambio en el uso del suelo y varios de los gases diferentes al CO₂ provenientes de un amplio espectro de actividades.

Figura 2

Perfil

Global de Emisiones



Nota: LUC: Cambio en el uso del suelo; GWP: Potencial de Calentamiento Global; FF: Combustibles Fósiles

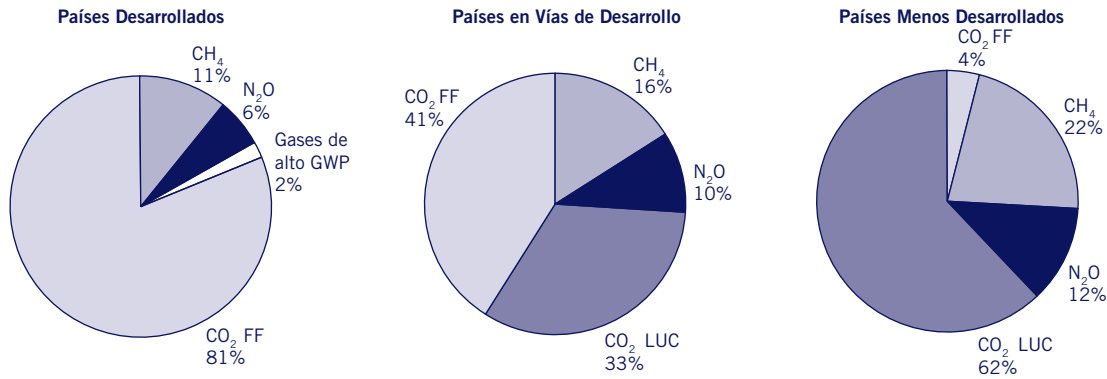
Cambio en el Uso del Suelo—En una escala global, el CO₂

del cambio en el uso del suelo representa aproximadamente un 18 por ciento de las emisiones anuales (Figura 2). Este estimativo incluye los flujos de carbono resultantes de la cosecha de maderas, limpieza de tierras para cultivos y pastizales, regeneración de bosques y cambios de cultivos. (Hay una sustancial incertidumbre asociada con estos estimativos, particularmente para países tropicales donde la deforestación es significativa).⁵ El CO₂ del cambio en el uso del suelo constituye una tercera parte de las emisiones totales de los países en vías de desarrollo y más del 60 por ciento de las emisiones de los países menos desarrollados (Figura 3). De otra parte, en la mayoría de los países industrializados el cambio en el uso del suelo se cree resulta en una absorción neta de CO₂.

Gases Diferentes al CO₂—Entre los gases diferentes al CO₂, los más significativos son el metano (14 por ciento de las emisiones globales de GEI) y el óxido nitroso (8 por ciento).⁶ Éstos provienen de una variedad de prácticas energéticas, industriales, agrícolas y de manejo de residuos (ver la Figura 4 para las principales fuentes de gases diferentes al CO₂). Así como el CO₂ del cambio en el uso del suelo, estos gases representan una mayor parte de las emisiones totales en los países en vías de desarrollo que en los países industrializados. En las economías agrícolas con poca industria pesada o producción energética, el metano es con frecuencia la

Figura 3

Perfil de emisiones por gas en los diferentes niveles de desarrollo, 2000



fuente mayoritaria de GEI. Otros gases diferentes al CO₂ incluyen tres gases con alto potencial calentamiento global (alto GWP), los cuales juntos representan el 2 por ciento de las emisiones globales. Ellos son el hexafluoruro de hidrógeno (SF₆), los perfluorocarbonos (PCFs) y los hidrofluorocarbonos (HCFs). Estos son emitidos casi exclusivamente por los países industrializados.

La posición de un país en un inventario global de emisiones puede variar considerablemente dependiendo de cuales gases se contabilicen (Tabla 3). Por ejemplo, Indonesia, ubicado 25^{avo} en las emisiones totales cuando se consideran solamente las emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles, pasa a ser cuarto cuando se incluye el cambio en el uso del suelo y los gases diferentes al CO₂. De manera similar Brasil pasa de ser 17^{avo} a ser quinto. Juntos estos dos países suman aproximadamente 50 por ciento del estimado anual de emisiones globales de CO₂ del cambio en el uso del suelo. Por otra parte, para muchos países industrializados con alto uso de energía per cápita y sectores agrícolas relativamente pequeños, la contribución a las emisiones globales disminuye en la medida en que se incluyen los combustibles no fósiles. La contribución de los Estados Unidos, por ejemplo, cae del 24 por ciento para combustibles fósiles al 16 por ciento cuando se incluyen todos los gases y fuentes (no obstante los Estados Unidos se ubica primero en las todas las tres formas de contabilidad).

Para la mayoría de países, los escalafones son razonablemente consistentes entre categorías. Consecuentemente, la agrupación general de mayores emisores es muy similar, independientemente de que gases se consideran. Los 25 mayores emisores de CO₂ por combustibles fósiles también están entre los 27 cuando se adicionan los gases diferentes al CO₂, y entre los 30 cuando se incluye también el CO₂ del cambio

Figura 4

Fuentes Seleccionadas de Gases de Efecto Invernadero Diferentes al CO₂

Metano (CH ₄)	Oxido Nitroso (N ₂ O)	Gases de alto GWP (HFCs, PFCs, SF ₆)
Combustión de biomasa Minería carbonífera Sistemas de gas natural y petróleo Ganadería Tratamiento de aguas residuales Cultivos de arroz Quema controlada de sabanas Combustión de combustibles fósiles	Suelos agrícolas Procesos industriales Combustión de combustibles fósiles Manejo de estiércol de ganadería Alcantarillados	Sustitutos de sustancias agotadoras de ozono (HFCs, PFCs) Varios procesos industriales incluyendo manufacturas de semiconductores, equipo eléctrico, y la producción de aluminio y magnesio.

III. Intensidad de Carbono

La intensidad de carbono⁷—el nivel de emisiones de CO₂ por unidad de producto económico—es un determinante fuerte de las emisiones totales de un país. La intensidad de carbono varía ampliamente entre países, reflejando las diferencias en estructura económica, eficiencia energética y mezcla de combustibles. Si bien, la intensidad de carbono está creciendo rápidamente en algunos países, hay una amplia tendencia hacia una disminución tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo. En la mayoría de los 25 mayores emisores, la intensidad está disminuyendo mientras que el PIB está creciendo. Estas tendencias pueden sugerir un “desacoplamiento” preliminar o gradual entre las emisiones y el crecimiento económico.

La población y el PIB⁸ se identificaron en la Sección I como los mayores determinantes de las emisiones de un país y de los cambios en sus emisiones en el tiempo. La intensidad del carbono es una medida colectiva de los otros factores mayores que contribuyen al perfil de emisiones de un país. Es independiente del tamaño de la economía del país o de la población. Un país grande o adinerado puede tener una baja intensidad de carbono y viceversa.

La intensidad de carbono es mayormente función de dos variables, cada una de las cuales comprende un número de factores. El primero es la intensidad energética, o la cantidad de energía que se consume por PIB. Esto refleja el nivel de eficiencia energética del país y su estructura económica (una economía dominada por una industria pesada tendrá una mayor intensidad energética que otra dominada por una industria de servicios, aún si la eficiencia energética de las actividades es la misma). El segundo componente de la intensidad de carbono es la mezcla combustible, o más específicamente, la proporción de energía provenientes de los combustibles intensivos en carbono.⁹ Si dos naciones son idénticas en intensidad energética, pero una depende más del carbón y el petróleo, su intensidad de carbono será mayor.

Entre los mayores emisores, la intensidad de carbono varía más de seis veces, de 72 toneladas de carbono/\$ 1 millón de PIB en Francia a 483 toneladas en Ucrania (**Figura 5**). Francia—con relativamente baja intensidad energética, y muy baja intensidad de carbono debida a su fuerte dependencia de energía nuclear—genera solo 1.5 por ciento de las emisiones globales mientras que produce 3.1 por ciento del PIB global. Ucrania—con alto consumo de carbón y una de las economías más intensivas en carbono del mundo—genera 1.6 por ciento de las emisiones globales con sólo un 0.4 por ciento de PIB global.

La intensidad de carbono se elevó significativamente de 1990 al 2000 en Arabia Saudita, Indonesia, Ucrania y Brasil.¹⁰ Sin embargo, para aproximadamente dos tercios de los mayores emisores, tanto en países

Figura 5

Intensidad de CO₂ 2000

25 Mayores Emisores

	Toneladas de C / millones US\$ PIB-PPP	% de Cambio, 1990–2000			Toneladas de C / millones US\$ PIB-PPP	% de Cambio, 1990–2000	
		Intensidad de CO ₂	PIB			Intensidad de CO ₂	PIB
Ucrania	483	28	-57	Pakistán	112	11	47
Rusia	427	3	-34	Alemania	111	-28	18
Arabia Saudita	260	41	25	Reino Unido	110	-23	26
Polonia	230	-41	43	Unión Europea (25)	107	-21	22
Irán	223	6	50	Japón	104	-2	15
China	201	-47	162	España	104	4	30
Sudáfrica	200	-2	19	India	99	-4	70
Australia	193	-11	42	Italia	87	-8	17
Corea del Sur	185	2	82	Argentina	86	-16	56
Canadá	172	-8	32	Brasil	73	18	30
Estados Unidos	162	-14	38	Francia	72	-20	20
Turquía	149	5	42	Desarrollado	147	-20	24
Indonesia	127	30	51	En vías de desarrollo	147	-11	59
México	125	-11	41	Mundo	147	-13	30

Nota: La intensidad de CO₂ incluye CO₂ de combustibles fósiles y cementos únicamente.

desarrollados como en vías de desarrollo, la tendencia en la intensidad ha venido disminuyendo. Entre los 25 mayores emisores, la intensidad de carbono cayó en promedio un 12 por ciento, muy cercana a la disminución global del 13 por ciento. En varios países esta disminución en la intensidad estuvo acompañada de incrementos significativos en el PIB. Cinco países experimentaron simultáneamente disminuciones en la intensidad—e incrementos del PIB—de más de un 20 por ciento. El caso más notable es China, donde la intensidad cayó 47 por ciento mientras que el PIB creció 162 por ciento.¹¹ Habrá que ver si estas tendencias son anomalías de cambios que ocurren únicamente una vez y que reflejan circunstancias particulares—por ejemplo, la sustitución de gas por carbón en el Reino Unido, o la apertura de la economía China a las fuerzas de mercado—o si ello sugiere el potencial para un “desacoplamiento” en el largo plazo entre el crecimiento económico y las emisiones.

Los factores de análisis introducidos en la Sección I muestran la importancia de los cambios en la intensidad de carbono para modificar las tendencias en emisiones a través del tiempo (**Tabla 2**). En el caso de Alemania y el Reino Unido, por ejemplo, las reducciones tanto de la intensidad energética y del contenido de carbono de la mezcla combustible más que compensar la presión hacia arriba del crecimiento económico, resultan en una reducción absoluta de las emisiones. En China, la presión hacia arriba del tremendo crecimiento económico fue altamente balanceada por una dramática reducción en la intensidad energética resultante de una reestructuración económica a gran escala y de mejoras en la eficiencia energética.

La Tabla 4 resalta la contribución relativa de la intensidad energética y de la mezcla combustible a los cambios en la intensidad de carbono. En la EU la disminución en la intensidad de carbono refleja reducciones tanto en la intensidad energética como en el contenido de carbono. En los Estados Unidos, proviene casi enteramente de la reducción de la intensidad energética. En algunos casos, los dos factores se contrabalancean uno al otro. En India, por ejemplo, los incrementos en el contenido de carbono casi compensan el efecto de la reducción en la intensidad energética.¹² Corea del Sur es virtualmente el caso opuesto: el cambio a combustibles bajos en carbono casi ha compensado un marcado incremento en la intensidad energética. Globalmente, la disminución en la intensidad de carbono total, viene más de la reducción en la intensidad energética que de los cambios en la mezcla combustible, lo cual está fuertemente influenciado por beneficios energéticos.

IV. Emisiones per Cápita

Entre todos los países—y entre los países mayores emisores—las emisiones per cápita varían ampliamente. Si bien como regla general los países más ricos tienden a tener mayores emisiones per cápita, hay notables excepciones. Los países con las más altas emisiones per cápita incluyen, por ejemplo, los estados OPEC del Golfo Pérsico y varias pequeñas naciones insulares. Mas aún, los cálculos per cápita varían considerablemente dependiendo si se incluye solo CO₂ relacionado con los combustibles fósiles, gases diferentes al CO₂ o CO₂ del cambio en el uso del suelo.

La “distribución” de emisiones entre países se ve muy diferente cuando se miden en una base per cápita. Solo un grupo de países con las mayores emisiones totales también se ubica entre aquellos de mayores emisiones per cápita (ver **Figura 6**). Entre los 25 mayores emisores, Australia, los Estados Unidos y Canadá tienen las mayores emisiones per cápita, ubicándose globalmente en los lugares 5º, 6º y 7º. Sus emisiones per cápita son más de dos veces las de la EU (38^{avo} globalmente), seis veces las de China (97^{avo} globalmente) y 13 veces las de India (140^{avo} globalmente).

Hay relativamente una fuerte relación entre emisiones per cápita e ingreso per cápita. Los países más adinerados tienden a tener altas tasas de consumo y estilos de vida más intensivos en energía, generando más emisiones por persona. En contraste, los cuatro países más grandes en vías de desarrollo—China, India, Indonesia y Brasil—suman el 44 por ciento de la población global pero tienen sólo el 24 por ciento de las emisiones globales.

Sin embargo, factores diferentes al ingreso—tales como beneficios energéticos, densidad de población y condiciones climáticas—pueden influir fuertemente en las emisiones per cápita de un país. Cuando todos los países se comparan en una base per cápita, el grupo superior muestra una diversidad considerable (**Tabla 5**):

- Los cuatro mayores emisores per cápita son los estados del Golfo Pérsico: Qatar, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait y Bahrein, mayormente el resultado de pequeñas poblaciones produciendo grandes cantidades de artículos para exportación intensivos en GEI.
- Un número de pequeños estados insulares se ubican en una posición relativamente alta, incluyendo Antigua y Barbuda (11^{avo}), Trinidad y Tobago (13^{avo}), Nauru (22^{avo}), y Palau (23^{avo}). La mayoría de estos países tienen industria pesada y altas densidades de población—varios también son productores de petroquímicos y fertilizantes.

Figura 6**Emisiones de GEI per cápita 2000**

25 Mayores Emisores	
	Toneladas de C equiv. per cápita
Australia	6.8
Estados Unidos	6.6
Canadá	6.3
Arabia Saudita	4.3
Rusia	3.6
Alemania	3.2
Reino Unido	3.1
Corea del Sur	3.1
Ucrania	2.9
Japón	2.9
Unión Europea (25)	2.8
Polonia	2.7
Sudáfrica	2.6
España	2.6
Italia	2.5
Francia	2.3
Argentina	2.1
Irán	1.9
Turquía	1.5
México	1.4
Brasil	1.3
China	1.1
Indonesia	0.7
Pakistán	0.6
India	0.5
Desarrollado	3.9
En vías de desarrollo	0.9
Mundo	1.5

Nota: Los países presentados son los 25 mayores emisores de GEI en términos absolutos. Incluye CO₂ de combustibles fósiles y cementos y gases diferentes al CO₂.

- Varias economías en transición con recursos significativos de combustibles fósiles también se ubican en una posición relativamente alta, incluyendo la República Checa (17^{avo}), Rusia (20^{avo}), Estonia (21^{avo}), Turkmenistán (28^{avo}) y Kazajistán (34^{avo}).

- Algunas economías en desarrollo avanzadas tienen emisiones per cápita que se asemejan a aquellas de varios países industrializados. Singapur se ubica sobre todos los estados de la EU, con excepción sólo de uno. Corea del Sur tiene las mismas emisiones per cápita que las del Reino Unido, las de Taiwán igualan el promedio de la EU y las de Sudáfrica están solo un poco por debajo de ésta.

Así como en las emisiones totales, los datos de las emisiones per cápita varían considerablemente dependiendo de cuales gases se consideren (**Tabla 6**). Si, además del CO₂ de los combustibles fósiles, se tienen en cuenta los gases diferentes al CO₂, las diferencias per cápita entre las naciones ricas y menos ricas de cierto modo se reducen. Por ejemplo, las emisiones per cápita en China, India y Brasil suben 38, 67 y 160 por ciento, respectivamente, mientras que en la EU, los Estados Unidos y Japón, suben solo 22, 20 y 8 por ciento. La mayor influencia aquí se debe a las emisiones de metano y óxido nitroso de la agricultura, las cuales contribuyen a una buena parte del PIB en los países en vías de desarrollo.

El agregar el CO₂ perteneciente al cambio en el uso del suelo disminuye más las diferencias en emisiones per cápita, dado que representa un tercio de las emisiones de los países en vías de desarrollo, mientras que los países desarrollados pueden ser absorbedores netos de CO₂ en el sector cambio en el uso del suelo. Por ejemplo, cuando se consideran todos los gases incluyendo el CO₂ del cambio en el uso del suelo, Indonesia y Brasil tienen emisiones per cápita mayores que las de la EU. Hay, sin embargo, incertidumbres significativas en los estimativos de CO₂ de cambio en el uso del suelo a nivel país.

V. Emisiones Acumuladas

La contribución de un país¹³ al cambio climático es más un reflejo de sus emisiones acumuladas que de sus emisiones en un momento dado. Si bien la mayoría de los más grandes emisores de hoy día también se ubican entre los mayores emisores históricos, la contribución histórica de un país a las emisiones globales difiere sustancialmente de su contribución a las emisiones globales actuales. Generalmente los países desarrollados han contribuido en mayor proporción a las emisiones históricas y los países en vías de desarrollo en menor manera. Las contribuciones históricas difieren poco si se evalúan en términos de las emisiones acumuladas, de la contribución a la concentración atmosférica de CO₂ o de la contribución al incremento de la temperatura. Sin embargo, la contribución de un país puede diferir significativamente dependiendo del período de tiempo evaluado y si se incluyen o no las emisiones de CO₂ del cambio en el uso del suelo.

Las secciones precedentes se centraron sobretudo en las emisiones *actuales* de GEI. Sin embargo, el cambio climático es causado por la contribución acumulada de gases de efecto invernadero a la atmósfera, no solo por las emisiones actuales. Los estimativos de emisiones de CO₂ por combustibles fósiles, la principal fuente de GEI, van tan atrás como 1850.¹⁴ Basados en ese registro, todos con excepción de cinco, los mayores emisores actuales también están entre los 25 mayores emisores históricos (**Figura 7**). Los Estados Unidos y la EU se ubican primero y segundo en las dos categorías. Juntos, los 25 mayores emisores suman el 83 por ciento de las emisiones actuales y 90 por ciento de las emisiones globales acumuladas.

En la mayoría de los casos, la contribución histórica de un país a las emisiones globales difiere mucho de su contribución actual. Para la mayoría de los países industrializados, la contribución histórica es muy grande, en muchos casos bastante significativa. La EU, con 16 por ciento de las emisiones actuales por combustibles fósiles, suma el 27 por ciento de las emisiones acumuladas. Para el Reino Unido, uno de los primeros industrializados, la diferencia es todavía más pronunciada: su contribución histórica es casi tres veces la actual. Contrariamente, la contribución histórica de la mayoría de países en vías de desarrollo es bastante menor que su contribución actual a las emisiones globales. Las emisiones acumuladas de China e India (7.3 y 2.0 respectivamente) son solo la mitad de sus contribuciones actuales. En total, los países en desarrollo, que generan el 41 por ciento de las emisiones actuales, han contribuido solo al 22 por ciento de las emisiones acumuladas.

Técnicamente, las contribuciones acumuladas se pueden evaluar de diferentes maneras:

- El método de las *emisiones acumuladas* considera todas las emisiones iguales, independientemente de cuando ocurrieron. De ésta manera, una tonelada de CO₂ emitida en 1850 tiene el mismo valor que una tonelada de CO₂ emitida en el 2000.

Figura 7**Emisiones acumuladas de CO₂**

1850–2000

Incluye los 25 Mayores Emisores					
	% Mundial	(Puesto)		% Mundial	(Puesto)
Estados Unidos	29.8	(1)	México	1.0	(17)
Unión Europea (25)	27.2	(2)	República Checa	0.9	(18)
Rusia	8.3	(3)	Kazajistán	0.9	(19)
Alemania	7.5	(4)	España	0.9	(20)
China	7.3	(5)	Holanda	0.8	(21)
Reino Unido	6.5	(6)	Brasil	0.8	(22)
Japón	4.1	(7)	Corea del Sur	0.7	(23)
Francia	3.0	(8)	Rumania	0.6	(24)
Ucrania	2.3	(9)	Irán	0.6	(25)
Canadá	2.1	(10)	Argentina	0.5	(28)
Polonia	2.1	(11)	Indonesia	0.4	(29)
India	2.0	(12)	Turquía	0.4	(31)
Italia	1.6	(13)	Arabia Saudita	0.4	(32)
Sudáfrica	1.2	(14)	Pakistán	0.2	(47)
Australia	1.1	(15)	Desarrollado	77	
Bélgica	1.0	(16)	En vías de desarrollo	22	

Nota: Incluye CO₂ de combustibles fósiles y cemento únicamente.

- Un método alternativo evalúa la contribución de un país al incremento de la *concentración* de CO₂ en la atmósfera. Al tener en cuenta la descomposición de los GEI en el tiempo, este método estima la contribución de un país a las emisiones actualmente en la atmósfera.¹⁵

- Un tercer método intenta medir la contribución de un país al incremento de la *temperatura* media global (aproximadamente 0.6° C globalmente, sobre los niveles preindustriales).

Si bien las incertidumbres científicas que acompañan a estas alternativas metodológicas varían significativamente,¹⁶ los resultados a que llevan son similares para la mayoría de países (**Tabla 7**). Para varios países, la contribución histórica calculada es idéntica en los tres métodos.

La evaluación de la contribución cambia sin embargo notoriamente cuando se tiene en cuenta el CO₂ del cambio en el uso del suelo. Observando los datos de todas las emisiones desde 1950 (datos anteriores a estos para el cambio en el uso del suelo por país no están disponibles), la contribución histórica para la mayoría de países industrializados (y algunos en vías de desarrollo) cae notablemente (**Figura 8 y Tabla 8**).¹⁷ La contribución acumulada de los Estados Unidos, por ejemplo, cae del 26.8 al 16.8 por ciento. El incremento más dramático en la contribución histórica se da en los países tropicales que son los mayores productores de maderas. Brasil e Indonesia, con 0.9 y 0.5 por ciento respectivamente de las emisiones acumuladas por combustibles fósiles, pasan a

6.2 y 7.2 por ciento respectivamente al incluir el CO₂ del cambio en el uso del suelo.¹⁸ En total la contribución de los países en vías de desarrollo a las emisiones acumuladas desde 1950 se eleva del 27 al 47 por ciento.

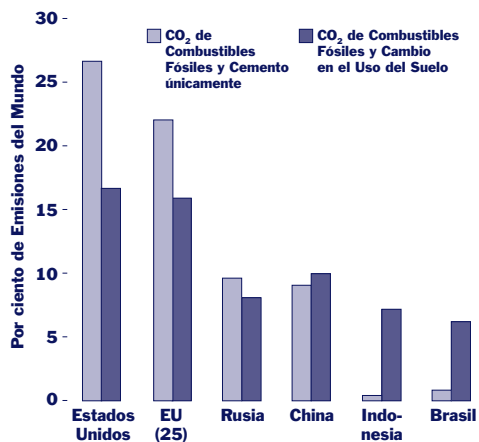
El segundo factor que más influye en el cálculo de las contribuciones históricas es el periodo de tiempo que se seleccione. La incertidumbre de los datos aumenta en la medida en que se mire más hacia atrás, y los datos históricos pueden estar geográficamente afectados (e.g., es más fácil obtener datos más antiguos para los países europeos). Yendo hacia atrás solo hasta 1990, el año base para los compromisos de la UNFCCC y el Protocolo de Kyoto, se obtienen resultados muy diferentes que mirando un siglo y medio atrás (**Figura 9 y Tabla 9**). Colectivamente, la contribución histórica para los países desarrollados cae del 77 al 62 por ciento, y la de los países en vías de desarrollo se eleva en una proporción equivalente.

Figura 8

Emisiones acumuladas de CO₂

Con y sin cambio en el uso del suelo

(1950-2000)

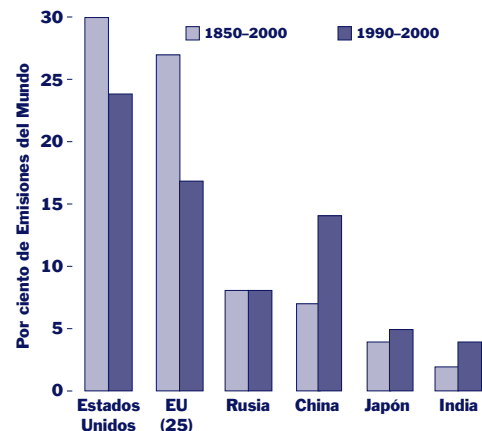


Nota: Ver Tabla 6 para las fuentes y otros mayores emisores.

Figura 9

Emisiones acumuladas de CO₂

1850-2000 vs. 1990-2000



Nota: Ver Tabla 9 para las fuentes y otros mayores emisores. Incluye CO₂ de combustibles fósiles y cemento únicamente.

VI. Proyección de Emisiones

Si bien la evaluación de los patrones pasados y presentes de emisiones influye fuertemente el debate internacional sobre política climática, el reto central es limitar las emisiones futuras. Las proyecciones de emisiones futuras son altamente inciertas, particularmente para los países en vías de desarrollo, varían ampliamente dependiendo de las consideraciones que se hagan para modelar factores como población, economía y cambio tecnológico. La mayoría de modelos, sin embargo, proyectan un incremento sustancial en las emisiones globales, con el cambio más rápido ocurriendo en los países en vías de desarrollo. Cuando se consideran juntas las emisiones históricas y futuras, las contribuciones acumuladas de los países desarrollados y en vías de desarrollo se proyecta que alcanzarán la paridad en algún momento entre el 2030 y el 2065.

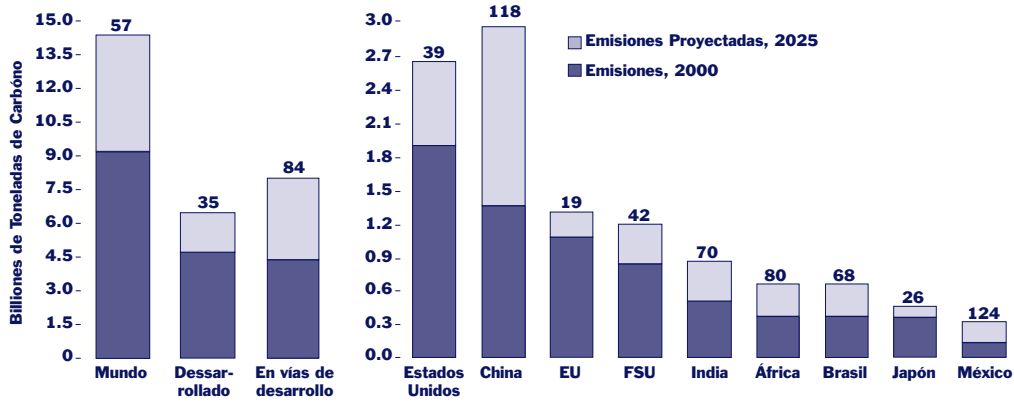
Las proyecciones del crecimiento de las emisiones en el largo plazo dependen fuertemente de las consideraciones sobre factores críticos como las tendencias económicas y de población y la tasa de difusión y desarrollo tecnológico. El IPCC ha desarrollado cuatro “familias” de escenarios incorporando diferentes grupos de consideraciones (**Apéndice 3**). Bajo estos escenarios las emisiones globales de GEI se proyectan que crecerán 39 a 89 por ciento para el 2025 y 63 a 235 por ciento para el 2050. Así como en el análisis de factores presentado anteriormente, el PIB y la población son los determinantes más fuertes de las tendencias de emisiones en la mayoría de escenarios. El amplio rango en las proyecciones refleja las dos diferentes consideraciones, por ejemplo lo que tiene que ver con la selección de futuras políticas, y las sustanciales incertidumbres, en particular las relacionadas con las proyecciones económicas.

Entre las proyecciones citadas mas ampliamente están las desarrolladas por la Administración de Información Energética (EIA) del Departamento de Energía de los Estados Unidos. Bajo el escenario de rango medio del EIA, o “de referencia,” para el CO₂ de los combustibles fósiles, combinado con estimativos de las emisiones futuras de gases diferentes al CO₂, se estima que las emisiones globales se incrementarán un 57 por ciento para el 2025 (**Figura 10**). Si bien se prevé un crecimiento en todas las regiones, hay diferencias significativas:

- Entre los países industrializados, los incrementos proyectados son relativamente modestos para la EU (19 por ciento) y Japón (26 por ciento), y más altos para los Estados Unidos (39 por ciento).
- El crecimiento más rápido se proyecta en los países en vías de desarrollo, cuyas emisiones crecen un 84 por ciento colectivamente, comparado con el 35 por ciento de crecimiento en los países industrializados. Para el 2025, la contribución de los países en vías de desarrollo a las emisiones globales se proyecta que esté en un 55 por ciento (comparado con el 48 por ciento en el 2000).

Figura 10

Emisiones Proyectadas de GEI en el 2025



Nota: Los GEI no incluyen el CO₂ del cambio en el uso del suelo. Los números sobre las barras son los incrementos en porcentaje del 2000 al 2025. Las proyecciones están basadas en el caso de referencia del EIA (CO₂ de combustibles fósiles) y POLES (para gases diferentes al CO₂). FSU es la antigua Unión Soviética.

- Entre los países en vías de desarrollo, el crecimiento relativo más grande se prevé en México (124 por ciento) y China (118 por ciento), la cual se estima superará a Estados Unidos como el mayor emisor del mundo.

La tremenda incertidumbre en las proyecciones a escala nacional se refleja en la **Figura 11**. Para México, por ejemplo, un escenario estima un crecimiento del 68 por ciento de las emisiones para el 2025, mientras que otro sugiere un incremento del 215 por ciento. Particularmente en los países grandes, estas incertidumbres implican grandes cantidades de emisiones de CO₂. En China, por ejemplo, la diferencia entre el estimativo bajo (incremento del 50 por ciento) y alto (incremento del 181 por ciento) equivale a 1,025 MtC, una cantidad que excede las emisiones actuales *combinadas* de India, Corea de Sur, México, Sudáfrica y Brasil. Las diferencias entre los estimativos bajo y alto son mucho menores para los países industrializados, en parte, porque el crecimiento económico es más estable y puede preverse con mayor precisión.

Si las emisiones crecen según lo proyectado, el tipo de “contribuciones” presentadas en la Sección V cambiará dramáticamente en las décadas venideras. Una medida de este cambio es la fecha a la que las contribuciones (históricas más proyectadas) de los países desarrollados y en vías de desarrollo se proyecta que alcanzarán la paridad.²⁰ Este cálculo depende fuertemente de que gases se incluyen. Un ejercicio de modelamiento proyecta que la paridad se logrará en el 2065, si solo se consideran las emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles; en 2055, si se incluyen las emisiones de CO₂ del cambio en el uso del suelo; y en el 2030, si se incluyen todos los gases y fuentes de GEI.²¹ En todos los casos se mantendrán grandes diferencias entre las emisiones per cápita de los países desarrollados y los en vías de desarrollo.

Figura 11
Incertidumbre en las Emisiones Futuras

	% estimado de crecimiento, 2000–2025		
	Estimado de crecimiento baja	Estimado de crecimiento alto	Porcentaje de cambio
India	73	225	152
México	68	215	147
China	50	181	131
Brasil	84	165	81
Corea del Sur	43	117	74
Antigua Unión Soviética	37	109	72
Japón	4	46	42
Unión Europea (15)	-1	39	40
Estados Unidos	20	52	32
Mundo	33	93	60

Nota: Los escenarios altos y bajos son de EIA, POLES y IEA. UE incluye Suiza y Noruega. Incluye CO₂ de combustibles fósiles y cementos únicamente.

VII. Vulnerabilidad²²

La vulnerabilidad de un país a los impactos del cambio climático es altamente independiente de su contribución pasada, presente o futura al cambio climático. En efecto, parece que los países más vulnerables son aquellos que menos han contribuido al cambio climático. Entre los mayores emisores, la vulnerabilidad varía considerablemente—es generalmente mayor en los países en vías en desarrollo y menor entre los países industrializados.

La mayoría de los indicadores presentados anteriormente están relativamente bien cuantificados y se les ha hecho un seguimiento consistente por años. En el caso de la vulnerabilidad climática, sin embargo, no hay consenso todavía sobre que indicadores medir. El IPCC define vulnerabilidad como *el grado al cual un sistema es susceptible a, o incapaz de lidiar con, los efectos adversos del cambio climático*.²³ Varios estudios tienden a cuantificar el nivel nacional de vulnerabilidad identificando (1) sectores que son sensibles a los impactos del cambio climático (tales como agricultura, infraestructura y ecosistemas); y (2) recursos disponibles para lidiar con esos impactos (económicos, humanos y ambientales).²⁴ Los tipos de indicadores usados en el desarrollo de “índices de vulnerabilidad” se presentan en la **Figura 12**.²⁵ Si bien proporcionan un indicativo de los riesgos de un país al cambio climático y permiten comparaciones entre países, tales índices son a lo sumo aproximaciones crudas y adolecen de dificultades.

Un índice de vulnerabilidad de un estudio en particular se muestra en la **Figura 13** (los resultados se muestran solo para los mayores emisores y para otros países seleccionados).²⁶ Entre los mayores emisores,

Figura 12

Ejemplos de

Indicadores de Vulnerabilidad

Sector Sensible/Capacidad de Cobertura	Ejemplos de Indicador(es) Alternativos
Sensitividad alimentaria	Población empleada en agricultura (porcentaje de Población rural (porcentaje de total)
Sensitividad del ecosistema	Recursos de agua per cápita
Asentamientos/Sensitividad de la Infraestructura	Población en áreas propensas a inundaciones Población sin acceso a agua limpia/higiene
Sensitividad de la salud humana	Fertilidad Expectativa de vida
Capacidad económica	PIB per cápita Índice Gini (medida de la inequidad de los ingresos)
Capacidad de recursos humanos	Relación de dependencia Alfabetización
Capacidad de gobernabilidad	Estabilidad política Calidad regulatoria
Capacidad ambiental	Densidad de población Tierras sin administrar (porcentaje del total)

Fuentes: Compilado de Adger, Moss et al., y Downing.

los países caen en amplias franjas de vulnerabilidad. Los escalafones varían de 10 a 15 para los países industrializados (10 es el menos vulnerable; 50 el más vulnerable); de 14 a 22 para las economías en transición; y de 18 a 37 para los países en vías de desarrollo. Los más vulnerables son China y Arabia Saudita (29), India (30) y Pakistán (37).

Globalmente los países en el rango de más vulnerables generalmente están caracterizados por débiles sistemas de gobierno, altos niveles de pobreza, bajo acceso al agua y la salud, y en algunos casos, recientes conflictos armados. Los países en este grupo tienden a ser aquellos clasificados como “menos desarrollados.” Colectivamente su contribución al cambio climático ha sido insignificante.

Las debilidades de intentar cuantificar la vulnerabilidad entre los países se ilustran quizá mejor en el caso de los pequeños estados insulares. Estos países son especialmente vulnerables al incremento en el nivel del mar y eventos extremos del clima que afectan una gran proporción de sus poblaciones, y tienen poca capacidad para reubicar la población o las actividades económicas a áreas menos expuestas. Aun así, como lo notaban los autores del estudio citado anteriormente, ellos tienden a quedar en el rango más bajo en la medición de vulnerabilidad que los países más grandes donde una proporción más pequeña de la población (si bien un mayor número de personas) enfrenta niveles más bajos de riesgos climáticos.²⁷

Figura 13

Resultados de **Vulnerabilidad**

Incluye los 25 mayores emsores
50 = más vulnerable, 10 = menos vulnerable

País	Puntaje	País	Puntaje
<i>Etiopía</i>	41	<i>Filipinas</i>	20
<i>Burkina Faso</i>	40	Sudáfrica	19
Pakistán	37	Argentina	18
<i>Haití</i>	37	Brasil	18
<i>Nepal</i>	35	Corea del Sur	18
<i>Bangladesh</i>	32	<i>Trinidad y Tobago</i>	16
India	30	Japón	15
China	29	Polonia	14
Arabia Saudita	29	<i>Costa Rica</i>	14
Indonesia	26	Italia	13
Irán	26	Francia	12
<i>Guatemala</i>	26	España	12
Turquía	23	Canadá	11
Rusia	22	Alemania	11
Ucrania	22	Reino Unido	11
<i>Fiji</i>	22	Australia	10
México	20	Estados Unidos	10

Este indicador de vulnerabilidad se basa en una combinación de 11 variables alternativas (incluidas sanidad, alfabetismo, mortalidad materna, consumo de calorías, efectividad gubernamental, y esperanza de vida). Para cada variable, el conjunto de variables se dividió en quintiles y se calificaron de 1 a 5, basados en que rango caía el país. Estos resultados individuales de quintiles se promediaron, y el total se multiplicó por 10, dando un valor de 10 a 50. No todos los datos alternativos estuvieron disponibles para todos los países.

Fuente: Adger et. al.

Nota: No se muestra un valor agregado para la EU. Los países en cursiva no están entre los 25 mayores emisores.

VIII. Capacidad

Una medida cruda pero creíble de la capacidad de un país para enfrentar ya sea las causas o las consecuencias del cambio climático es el ingreso per cápita. Hay disparidades tremendas en el ingreso entre los mayores emisores de GEI, ya que el grupo incluye algunos de los países más adinerados y de los más pobres del mundo. Otras posibles medidas de la capacidad, como la educación y la esperanza de vida, son similarmente parciales. El ingreso per cápita está creciendo en la mayoría de los países, en algunos casos dramáticamente. Si bien en términos porcentuales el ingreso per cápita está creciendo más rápido en los países en vías de desarrollo que en los industrializados, en términos absolutos la diferencia se está ampliando.

Como se indicó en la Sección I, los 25 mayores emisores incluyen países altamente industrializados, economías en transición de ingresos medios, países en vías de desarrollo avanzados y países en vías de desarrollo de bajos ingresos. Los datos de ingreso per cápita dan un panorama claro de las grandes disparidades en riqueza entre los mayores emisores, y en alguna medida de sus respectivas capacidades para hacer frente al cambio climático (**Figura 14**). En el 2000, el ingreso per cápita varió entre \$33,960 en los Estados Unidos (ubicado 2º globalmente) a \$1,870 en Pakistán (142º globalmente).

Otras tres medidas con alguna relación a la capacidad de un país para hacer frente al cambio climático u otros retos sociales complejos incluye la expectativa de vida saludable, logros educativos y calidad de la gobernabilidad (e.g. estabilidad política, nivel de corrupción). Como es de esperarse, las disparidades en estas medidas reflejan grandemente lo que se observa en el ingreso per cápita, si bien hay notables excepciones (**Tabla 10**).

Vale la pena notar ciertos patrones y observaciones:

- China e India, los países más grandes, tienen ingresos per cápita que son grosso modo la mitad y un tercio del promedio mundial, respectivamente. Unos 550 millones de personas en estos dos países (16 por ciento de la población de China y 35 por ciento de la de India) subsisten con menos de \$1 al día.²⁸
- El ingreso per cápita es más bajo en las dos más grandes economías en transición (Rusia y Ucrania) que en varios de los países en vías de desarrollo avanzados (Argentina, Brasil, Corea del Sur, México y Sudáfrica). En la escala de gobernabilidad, Rusia y Ucrania también se ubican por debajo de todos los países en vías de desarrollo de mayores emisiones, con excepción de uno.
- Corea del Sur se ubica sobre la mayoría de los países en vías de desarrollo en la medición de salud, educación y gobernabilidad (y también en educación sobre algunos países desarrollados).

- Sudáfrica, si bien se ubica relativamente bien en gobernabilidad, esta bien por debajo de los demás mayores emisores en expectativa de vida, como resultado de su crisis de SIDA.
- Cuatro de los países en vías de desarrollo mayores emisores—India, Indonesia, Irán y Pakistán—se ubican globalmente en la parte mitad baja en las mediciones de esperanza de vida, educación, y gobernabilidad (con una excepción: India que se ubica 71^{avo} globalmente en gobernabilidad).

El ingreso per cápita está en aumento en la mayoría de los países, en algunos casos dramáticamente. Para la mayoría de países industrializados que están entre los mayores emisores, el ingreso per cápita se elevó del 39 al 60 por ciento entre 1980 y el 2000. De lejos el mayor incremento entre los mayores emisores fue en China y Corea del Sur (395 y 283 por ciento respectivamente). India e Indonesia experimentaron ganancias de aproximadamente 100 por ciento. Sin embargo, para la mayoría de los demás países en vías de desarrollo de ingresos medios, el ingreso no cambió considerablemente: Argentina, Brasil y México crecieron sólo 2, 9 y 13 por ciento respectivamente en las dos décadas. El ingreso per cápita cayó en cuatro de los mayores emisores: 13 por ciento en Sudáfrica; 22 por ciento en Rusia; 42 por ciento en Arabia Saudita; y 54 por ciento en Ucrania.²⁹

Viéndolo como un todo, el ingreso per cápita ha crecido más rápido en términos porcentuales en los países en vías de desarrollo (58 por ciento) que en los industrializados (48 por ciento). Estos números, sin embargo, podrían malinterpretarse. La ganancia absoluta en los países en desarrollo fue mucho menor que en los países industrializados. Medido en dólares de 1995, el ingreso en los países en desarrollo creció unos \$500 (de \$878 a \$1,372) desde 1980 al 2000, mientras que en los industrializados creció unos \$8,000 (de \$16,693 a \$24,680), es decir 16 veces más.

Figura 14

Ingreso per Cápita

País	\$US PPP 2000	Clasifi- cación	Crecimiento, 1980– 2000 Porcentaje	
			Promedio Anual	Total
Estados Unidos	33,960	(2)	2.1	52
Canadá	26,840	(9)	1.7	39
Japón	25,280	(11)	2.3	58
Alemania	25,100	(13)	1.7	40
Australia	24,550	(14)	1.9	47
Italia	24,280	(15)	1.8	43
Reino Unido	23,580	(19)	2.3	57
Francia	23,490	(20)	1.7	41
Unión Europea (25)	21,518	(22)	1.9	46
España	19,740	(26)	2.4	60
Corea del Sur	14,720	(37)	6.3	238
Arabia Saudita	13,460	(40)	-2.7	-42
Argentina	11,880	(43)	0.1	2
Sudáfrica	10,990	(46)	-0.7	-13
Polonia	9,320	(51)	3.5	41
México	8,570	(58)	0.7	16
Brasil	7,250	(64)	0.4	9
Rusia	6,760	(69)	-1.2	-22
Turquía	6,300	(72)	2.2	56
Irán	5,720	(79)	0.9	20
Ucrania	3,980	(98)	-7.6	-54
China	3,740	(101)	8.3	395
Indonesia	2,970	(113)	3.6	102
India	2,730	(116)	3.6	102
Pakistán	1,870	(142)	2.4	62
Desarrollado	21,203		2.0	48
En vías de desarrollo	3,727		2.3	56
Mundo	7,316		1.3	29

Nota: Los países presentados son los 25 mayores emisores de GEI. Los datos de crecimiento de Ucrania y Polonia son de 1990–2000 debido a la falta de datos del PIB en 1980.

Tablas

Tabla 1

Los 25 Mayores en Emisiones, Población y PIB, 2000

	Emisiones (6 gases)		Producto Interno Bruto			Población		
	MtC Eq.	% Mundial		PIB-PPP \$U.S. (billiones)	% Mundial	millones	% Mundial	
Estados Unidos	1,892	20.6	Unión Europea (25)	9,711	21.9	China	1,262	20.9
China	1,356	14.8	Estados Unidos	9,681	21.9	India	1,016	16.8
Unión Europea (25)	1,283	14.0	China	4,724	10.7	EU (25)	451	7.5
Rusia	520	5.7	Japón	3,207	7.2	Estados Unidos	286	4.7
India	506	5.5	India	2,773	6.3	Indonesia	206	3.4
Japón	364	4.0	Alemania	2,064	4.7	Brasil	170	2.8
Alemania	265	2.9	Italia	1,401	3.2	Rusia	146	2.4
Brasil	230	2.5	Reino Unido	1,385	3.1	Pakistán	138	2.3
Canadá	195	2.1	Francia	1,383	3.1	<i>Bangladesh</i>	131	2.2
Reino Unido	181	2.0	Brasil	1,234	2.8	<i>Nigeria</i>	127	2.1
Italia	146	1.6	Rusia	984	2.2	Japón	127	2.1
Corea del Sur	143	1.6	México	839	1.9	México	98	1.6
Ucrania	143	1.6	Canadá	826	1.9	Alemania	82	1.4
México	139	1.5	España	799	1.8	<i>Vietnam</i>	79	1.3
Francia	137	1.5	Corea del Sur	692	1.6	<i>Filipinas</i>	77	1.3
Indonesia	135	1.5	Indonesia	613	1.4	Turquía	67	1.1
Australia	130	1.4	Australia	471	1.1	<i>Etiopía</i>	64	1.1
Irán	120	1.3	Sudáfrica	470	1.1	<i>Egipto</i>	64	1.1
Sudáfrica	113	1.2	Argentina	440	1.0	Irán	64	1.1
España	104	1.1	<i>Holanda</i>	428	1.0	<i>Tailandia</i>	61	1.0
Polonia	102	1.1	Turquía	411	0.9	Francia	59	1.0
Turquía	99	1.1	<i>Taiwán</i>	386	0.9	Reino Unido	59	1.0
Arabia Saudita	90	1.0	<i>Tailandia</i>	378	0.9	Italia	58	1.0
Argentina	79	0.9	Irán	364	0.8	<i>RD de Congo</i>	51	0.8
Pakistán	78	0.8	Polonia	360	0.8	Ucrania	50	0.8
Resto del Mundo	1,562	17.0		6,084	13.7		1,320	21.8

Nota: MtC son los millones de toneladas de carbono equivalente. Las emisiones incluyen CO₂ de combustibles fósiles y cemento (no incluye emisiones relacionadas con el uso del suelo) así como 5 gases diferentes al CO₂. Los países en cursiva no están entre los mayores 25 emisores. Los datos de GEI fueron agregados por WRI basados en datos de CDIAC e IEA para CO₂, EDGAR y EPA para CH₄ y N₂O, y EPA para HFC, PFC y SF₆. Los datos de población y PIB son del Banco Mundial.

Tabla 2

Factores que Contribuyen al crecimiento de las emisiones de CO₂ 1990-2000

Los 25 Mayores Emisores

	1990-2000 Variación de CO ₂		Contribuciones porcentuales a la variación de CO ₂				
	Porcentaje	MtC	PIB per Cápita (PIB/Pobl.)	Población	Intensidad energética (E/PIB)	Mezcla Combustible (CO ₂ /E)	Gases diferentes a CO ₂
Estados Unidos	18	(239)	22	13	-16	-1	3
China	39	(267)	102	13	-82	7	23
Unión Europea (25)	-3	-(36)	17	3	-11	-12	-17
Rusia	-22	-(199)	-16	-2	-3	-1	-45
India	64	(107)	45	23	-25	20	21
Japón	12	(37)	12	3	4	-7	23
Alemania	-15	-(41)	12	3	-20	-11	-36
Brasil	53	(31)	16	17	7	13	10
Canadá	22	(26)	20	11	-11	2	36
Reino Unido	-3	-(5)	20	2	-13	-12	-31
Italia	7	(8)	14	2	-3	-6	1
Corea del Sur	85	(59)	70	13	19	-17	44
Ucrania	-42	-(77)	-46	-4	15	-8	-26
México	25	(21)	20	18	-14	1	2
Francia	-4	-(4)	14	4	-5	-16	-15
Indonesia	97	(38)	38	21	5	32	13
Australia	26	(19)	26	13	-14	0	6
Irán	59	(30)	32	20	14	-7	46
Sudáfrica	17	(14)	-2	21	-1	-1	11
España	35	(22)	26	5	7	-2	17
Polonia	-15	-(15)	32	1	-43	-6	-22
Turquía	49	(20)	21	22	4	2	9
Arabia Saudita	76	(31)	-7	36	44	2	50
Argentina	31	(9)	36	15	-15	-5	9
Pakistán	63	(11)	18	32	0	13	29

Esta tabla refleja la contribución relativa de la población, la intensidad energética y la mezcla combustible a los cambios en las emisiones nacionales (Ver Apéndice 2 para la metodología). Estos factores tienen en cuenta únicamente los cambios en las emisiones de CO₂ relacionados con energía. Los cambios en gases diferentes al CO₂ se muestran en la última columna.

Nota: La metodología fue adaptada de Ang. El CO₂ excluye variaciones en el uso de la tierra y silvicultura. Para Rusia y Ucrania, el período de tiempo evaluado es 1992-2000 por la falta de datos de energía en 1990. Los datos de Alemania se elaboraron juntando información de Alemania Oriental y Occidental antes de 1991. Los datos de GEI fueron agregados por WRI basados en datos de CDIAC e IEA para CO₂, EDGAR y EPA para CH₄ y N₂O, y datos de EPA para HFC, PFC y SF₆. Los datos de población y PIB son del Banco Mundial. Los datos de intensidad energética y mezcla combustible son de IEA y la ONU.

Tabla 3

Contribución a las emisiones globales para las diferentes categorías de gases, 2000

Los 25 Mayores emisores, para cada categoría

CO ₂ de Combustibles fósiles únicamente		CO ₂ de combustibles fósiles, mas GEI diferentes al CO ₂		CO ₂ de combustibles fósiles y cambios en el uso del suelo mas GEI diferentes al CO ₂	
	% Mundial		% Mundial		% Mundial
Estados Unidos	24.1	Estados Unidos	20.6	Estados Unidos	15.8
Unión Europea (25)	16.0	China	14.8	China	11.9
China	14.5	Unión Europea (25)	14.0	Unión Europea (25)	11.4
Rusia	6.4	Rusia	5.7	Indonesia	7.4
Japón	5.1	India	5.5	Brasil	5.4
India	4.2	Japón	4.0	Rusia	4.8
Alemania	3.5	Alemania	2.9	India	4.4
Reino Unido	2.3	Brasil	2.5	Japón	3.2
Canadá	2.2	Canadá	2.1	Alemania	2.4
Corea del Sur	2.0	Reino Unido	2.0	Malasia	2.1
Italia	1.9	Italia	1.6	Canadá	1.9
México	1.6	Corea del Sur	1.6	Reino Unido	1.6
Francia	1.5	Ucrania	1.6	México	1.5
Ucrania	1.5	México	1.5	Italia	1.3
Sudáfrica	1.4	Francia	1.5	Corea del Sur	1.3
Australia	1.4	Indonesia	1.5	Ucrania	1.3
Brasil	1.4	Australia	1.4	Myanmar	1.2
España	1.3	Irán	1.3	Francia	1.2
Polonia	1.3	Sudáfrica	1.2	Australia	1.2
Irán	1.2	España	1.1	Irán	1.1
Indonesia	1.2	Polonia	1.1	Sudáfrica	1.0
Arabia Saudita	1.1	Turquía	1.1	Venezuela	0.9
Taiwán	0.9	Arabia Saudita	1.0	Turquía	0.9
Turquía	0.9	Argentina	0.9	Polonia	0.9
Holanda	0.7	Pakistán	0.8	España	0.9
Desarrollados	59.0		51.9		41.7
En vías de desarrollo	41.0		47.6		57.9
Países Menos Desarrollados	0.4		2.8		6.0

Nota: Los datos de GEI fueron agregados por WRI basados en datos de CDIAC e IEA para CO₂, EDGAR y EPA para CH₄ y N₂O, y datos de EPA para HFC, PFC y SF₆. Los datos del uso del suelo son de Houghton, 2003.

Tabla 4

Indicadores de **Intensidad** y tendencias

Los 25 Mayores emisores

	Intensidad de Carbón 2000		Intensidad Energética 2000		Mezcla Combustible 2000	
	Toneladas de C / \$million PIB- PPP	% de Variación 1990-2000	Toneladas de Oil / \$million GDP- PPP	% de Variación 1990-2000	Toneladas de C / Ton. petróleo Eq.	% de Variación 1990-2000
	Argentina	86	-16	140	-12	0.62
Australia	193	-11	234	-11	0.82	0
Brasil	73	18	148	6	0.49	11
Canadá	172	-8	304	-9	0.57	2
China	201	-47	242	-50	0.83	6
Unión Europea (25)	107	-21	171	-11	0.63	-9
Francia	72	-20	186	-7	0.39	-15
Alemania	111	-28	165	-20	0.67	-11
India	99	-4	181	-18	0.55	17
Indonesia	127	30	237	4	0.54	25
Irán	223	6	309	12	0.72	-5
Italia	87	-8	122	-3	0.71	-5
Japón	104	-2	164	4	0.64	-6
Corea del Sur	185	2	280	15	0.66	-11
México	125	-11	183	-12	0.68	1
Pakistán	112	11	248	0	0.45	10
Polonia	230	-41	250	-38	0.92	-6
Rusia	427	-4	624	-3	0.68	-1
Arabia Saudita	260	41	378	37	0.69	2
Sudáfrica	200	-2	229	-1	0.87	-1
España	104	4	156	6	0.67	-2
Turquía	149	5	187	3	0.79	2
Ucrania	483	10	709	22	0.68	-10
Reino Unido	110	-23	168	-15	0.65	-12
Estados Unidos	162	-14	238	-13	0.68	-1
Desarrollados	147	-20	223	-13	0.66	-4
En vías de desarrollo	147	-11	224	-11	0.66	5
Mundo	147	-13	224	-9	0.66	-2

Nota: Para Rusia y Ucrania, los datos cubren el periodo 1992-2000 por la falta de datos de energía en 1990. Los cambios en intensidad energética—mundial, desarrollados y en vías de desarrollo—también son para 1992-2000. El carbono incluye únicamente CO₂ de combustibles fósiles y cemento. Una tonelada de petróleo (o su equivalente) es una unidad de energía igual a 44 billones de joules ó 1200 metros cúbicos de gas natural.

Tabla 5**Emisiones de GEI per cápita, 2000****Incluye los 25 mayores emisores (en negrilla)**

	Toneladas de Carbón Equiv. (Puesto)		Toneladas de Carbón Equiv. (Puesto)
Qatar	18.5 (1)	Corea del Sur	3.1 (32)
Emiratos Arabes Unidos	10.1 (2)	Grecia	3.0 (33)
Kuwait	9.5 (3)	Kazajistán	2.9 (34)
Bahrain	7.0 (4)	Ucrania	2.9 (35)
Australia	6.8 (5)	Chipre	2.9 (36)
Estados Unidos	6.6 (6)	Japón	2.9 (37)
Canadá	6.3 (7)	Unión Europea (25)	2.8 (38)
Nueva Zelanda	5.8 (8)	Taiwán	2.8 (39)
Brunei	5.8 (9)	Libia	2.8 (40)
Luxemburgo	5.7 (10)	Venezuela	2.7 (43)
Antigua y Barbuda	5.4 (11)	Polonia	2.7 (44)
Irlanda	4.8 (12)	Sudáfrica	2.6 (45)
Trinidad y Tobago	4.5 (13)	Botswana	2.6 (47)
Singapur	4.4 (14)	España	2.6 (48)
Arabia Saudita	4.3 (15)	Italia	2.5 (50)
Bélgica	4.0 (16)	Francia	2.3 (54)
República Checa	3.8 (17)	Argentina	2.1 (58)
Holanda	3.7 (18)	Suiza	1.9 (63)
Finlandia	3.6 (19)	Irán	1.9 (64)
Rusia	3.6 (20)	Turquía	1.5 (76)
Estonia	3.5 (21)	México	1.4 (80)
Palau	3.5 (22)	Jamaica	1.4 (83)
Nauru	3.5 (23)	Brasil	1.3 (85)
Dinamarca	3.4 (24)	Bolivia	1.3 (87)
Israel	3.4 (25)	China	1.1 (97)
Oman	3.4 (26)	Indonesia	0.7 (122)
Alemania	3.2 (27)	Pakistán	0.6 (131)
Turkmenistán	3.2 (28)	India	0.5 (140)
Mongolia	3.1 (29)	Países desarrollados	3.9
Noruega	3.1 (30)	Países en desarrollo	0.9
Reino Unido	3.1 (31)	Promedio Mundial	1.5

Nota: Incluye CO₂ de combustibles fósiles y cemento, y gases diferentes al CO₂.
Los países en **negrilla** son los 25 mayores emisores.

Tabla 6

Emisiones per cápita únicamente de CO₂
y con gases diferentes al CO₂, 2000

Los 25 mayores emisores
Toneladas C equiv. per cápita

	CO ₂ úni- camente	CO ₂ y GEI diferentes al CO ₂	Diferencia	% de Cambio
Estados Unidos	5.5	6.6	1.1	20.0
Unión Europea (25)	2.3	2.8	0.5	21.7
China	0.8	1.1	0.3	37.5
Rusia	2.9	3.6	0.7	24.1
Japón	2.6	2.9	0.2	7.7
India	0.3	0.5	0.2	66.7
Alemania	2.8	3.2	0.4	14.3
Reino Unido	2.6	3.1	0.5	19.2
Canadá	4.6	6.3	1.7	37.0
Corea del Sur	2.7	3.1	0.3	11.1
Italia	2.1	2.5	0.4	19.0
México	1.1	1.4	0.4	36.4
Francia	1.7	2.3	0.6	35.3
Ukraine	1.9	2.9	1.0	52.6
Sudáfrica	2.2	2.6	0.4	18.2
Australia	4.7	6.8	2.1	44.7
Brasil	0.5	1.3	0.8	160.0
España	2.1	2.6	0.5	23.8
Polonia	2.1	2.7	0.5	23.8
Irán	1.3	1.9	0.6	46.2
Indonesia	0.4	0.7	0.3	75.0
Arabia Saudita	3.5	4.3	0.8	22.9
Turquía	0.9	1.5	0.6	66.7
Argentina	1.0	2.1	1.1	110.0
Pakistán	0.2	0.6	0.4	200.0
Desarrollados	3.1	3.9	0.7	22.6
En Vías de Desarrollo	0.6	0.9	0.4	66.7
Mundo	1.1	1.5	0.4	36.4

Nota: Los países listados son los 25 mayores emisores en términos absolutos

Tabla 7

Indicadores de **contribuciones históricas**
1850-2000

Los 25 mayores emisores

	Porcentaje del Mundo (Puesto)					
	Emisiones acumuladas		Incremento en la Concentración		Incremento en la Temperatura	
Estados Unidos	29.8	(1)	28.2	(1)	29.5	(1)
Unión Europea (25)	27.2	(2)	24.5	(2)	26.7	(2)
Rusia	8.3	(3)	8.5	(4)	8.7	(3)
Alemania	7.5	(4)	6.6	(5)	7.4	(4)
China	7.3	(5)	8.7	(3)	7.2	(5)
Reino Unido	6.5	(6)	5.2	(6)	6.1	(6)
Japón	4.1	(7)	4.4	(7)	4.2	(7)
Francia	3.0	(8)	2.6	(8)	2.9	(8)
Ucrania	2.3	(9)	2.3	(10)	2.4	(9)
Canadá	2.1	(10)	2.2	(11)	2.2	(10)
Polonia	2.1	(11)	2.0	(12)	2.1	(11)
India	2.0	(12)	2.4	(9)	2.0	(12)
Italia	1.6	(13)	1.7	(13)	1.7	(13)
Sudáfrica	1.2	(14)	1.2	(14)	1.2	(14)
Australia	1.1	(15)	1.1	(15)	1.1	(15)
México	1.0	(17)	1.1	(16)	1.0	(17)
España	0.9	(20)	0.9	(17)	0.9	(20)
Brasil	0.8	(22)	0.9	(20)	0.8	(22)
Corea del Sur	0.7	(23)	0.9	(19)	0.7	(24)
Irán	0.6	(25)	0.7	(24)	0.5	(26)
Argentina	0.5	(28)	0.5	(31)	0.5	(28)
Indonesia	0.4	(29)	0.6	(28)	0.4	(30)
Turquía	0.4	(31)	0.5	(30)	0.4	(31)
Arabia Saudita	0.4	(32)	0.5	(29)	0.4	(33)
Pakistán	0.2	(47)	0.2	(45)	0.2	(49)
Desarrollados	77		74		77	
En Vías de Desarrollo	22		26		22	

Esta tabla muestra la contribución estimada de cada país a las emisiones totales acumuladas, al incremento en la concentración de GEI en la atmósfera y al incremento observado en la temperatura media global.

Nota: Las emisiones acumuladas incluyen únicamente CO₂ de combustibles fósiles y cemento

Tabla 8

Emisiones acumuladas con y sin cambio
en el uso del suelo, 1950–2000

Los 25 mayores emisores

	Porcentaje del mundo (Puesto)				
	CO ₂ de Combustibles Fósiles y Cemento		CO ₂ de Combustibles Fósiles, Cemento y Cambio en el Uso de Suelo		% de Cambio
Estados Unidos	26.8	(1)	16.8	(1)	
Unión Europea (25)	22.2	(2)	15.9	(2)	-28
Rusia	9.7	(3)	8.2	(4)	-16
China	9.1	(4)	10.0	(3)	10
Alemania	5.9	(5)	4.3	(7)	-28
Japón	4.7	(6)	3.8	(8)	-19
Reino Unido	3.8	(7)	2.7	(9)	-29
Ucrania	2.7	(8)	1.9	(12)	-28
Francia	2.4	(9)	1.7	(13)	-28
India	2.3	(10)	1.5	(14)	-33
Canadá	2.2	(11)	2.0	(10)	-7
Polonia	2.0	(12)	1.4	(15)	-28
Italia	1.8	(13)	1.3	(16)	-29
Sudáfrica	1.3	(14)	0.9	(21)	-28
México	1.2	(15)	1.2	(17)	5
Australia	1.2	(16)	0.9	(20)	-18
España	1.0	(18)	0.7	(26)	-30
Brasil	0.9	(19)	6.2	(6)	567
Corea del Sur	0.9	(20)	0.7	(25)	-20
Irán	0.7	(25)	0.6	(33)	-21
Argentina	0.5	(28)	0.6	(28)	12
Indonesia	0.5	(29)	7.2	(5)	1257
Turquía	0.5	(31)	0.5	(36)	-4
Arabia Saudita	0.5	(32)	0.4	(41)	-28
Pakistán	0.2	(45)	0.3	(48)	22
Desarrollados	72		52		-28
En Vías de Desarrollo	27		47		74

Los países desarrollados y en vías de desarrollo, pueden no sumar 100 por ciento debido a que varios países se excluyeron de la bases de datos por falta de información (e.g., Somalia).

Tabla 9**Emisiones acumuladas de CO₂****1850-2000 vs. 1990-2000****Los 25 mayores emisores**

	Porcentaje del Mundo (Puesto)		
	1850-2000	1990-2000	% de Cambio
Estados Unidos	29.8 (1)	23.5 (1)	-21
Unión Europea (25)	27.2 (2)	17.3 (2)	-36
Rusia	8.3 (3)	7.8 (4)	-5
Alemania	7.5 (4)	4.0 (6)	-46
China	7.3 (5)	13.8 (3)	89
Reino Unido	6.5 (6)	2.5 (8)	-61
Japón	4.1 (7)	5.2 (5)	28
Francia	3.0 (8)	1.6 (13)	-45
Ucrania	2.3 (9)	2.1 (9)	-8
Canadá	2.1 (10)	2.1 (10)	-3
Polonia	2.1 (11)	1.5 (14)	-27
India	2.0 (12)	3.7 (7)	80
Italia	1.6 (13)	1.9 (11)	18
Sudáfrica	1.2 (14)	1.5 (16)	27
Australia	1.1 (15)	1.3 (17)	24
México	1.0 (17)	1.5 (15)	60
España	0.9 (20)	1.1 (19)	30
Brasil	0.8 (22)	1.2 (18)	60
Corea del Sur	0.7 (23)	1.7 (12)	138
Irán	0.6 (25)	1.1 (20)	93
Argentina	0.5 (28)	0.5 (32)	14
Indonesia	0.4 (29)	1.0 (21)	114
Turquía	0.4 (31)	0.8 (25)	89
Arabia Saudita	0.4 (32)	0.9 (22)	125
Pakistán	0.2 (47)	0.4 (37)	112
Desarrollados	77	62	-20
En Vías de Desarrollo	22	38	73

Nota: incluye únicamente CO₂ de combustibles fósiles y cemento

Tabla 10

Indicadores de

Salud, Educación, y Gobernabilidad, 2000**Los 25 mayores emisores**

	Esperanza de Vida en años		Índice de Educación Escala de 0-100		Índice de Gobernabilidad Escala de 0-100	
Australia	71	(4)	100	(1)	94	(9)
Reino Unido	69	(21)	100	(1)	94	(10)
Canadá	70	(17)	98	(10)	94	(11)
Francia	71	(6)	96	(13)	82	(23)
España	71	(8)	96	(17)	86	(18)
Alemania	70	(13)	96	(18)	90	(16)
Japón	74	(1)	93	(28)	83	(21)
Estados Unidos	67	(27)	98	(10)	90	(17)
Unión Europea (25)	69	(23)	96	(16)	84	(19)
Italia	71	(7)	92	(36)	73	(35)
Corea del Sur	67	(28)	95	(21)	67	(45)
Polonia	64	(37)	95	(22)	69	(41)
Argentina	63	(44)	94	(27)	59	(58)
México	64	(41)	84	(76)	55	(69)
Brasil	56	(106)	89	(49)	56	(67)
China	63	(46)	75	(106)	48	(84)
Ucrania	58	(94)	92	(35)	34	(123)
Rusia	57	(103)	93	(31)	33	(130)
Turquía	60	(70)	73	(108)	44	(90)
Arabia Saudita	60	(68)	65	(123)	49	(81)
Sudáfrica	43	(150)	80	(90)	61	(55)
Irán	57	(104)	67	(120)	41	(99)
India	51	(126)	49	(142)	54	(71)
Indonesia	56	(108)	76	(101)	32	(131)
Pakistán	51	(130)	30	(164)	34	(121)
Mundo	57		69		51	

Nota: Los países están ordenados según su escalafón colectivo a los tres indicadores. El índice de educación (desarrollado por UNDP) incluye datos de alfabetización y matrícula escolar. El índice de Gobernabilidad (desarrollado por el Banco Mundial) incluye seis componentes diferentes de gobernabilidad (e.g. corrupción). Ver Kaufmann. Los números en paréntesis indican el escalafón global del país.

Apéndice 1. Acerca de la Herramienta de Indicadores de Análisis Climático

La Herramienta de Indicadores de Análisis Climático (CAIT) por sus siglas en inglés es una herramienta de información y análisis sobre el cambio climático global desarrollada por el World Resources Institute. CAIT suministra una base de datos amplia y comparable de emisiones de gases de efecto invernadero (incluyendo todas las mayores fuentes y sumideros) y otros indicadores relevantes para el clima. CAIT puede usarse para analizar un amplio espectro de datos relacionados con el clima y ayudar a sustentar futuras decisiones políticas hechas bajo la Convención del Clima y en otros foros. Excepto donde se indique lo contrario, todos los datos de este reporte se obtuvieron de CAIT.

Aspectos claves de CAIT incluyen:

- Todos los Países y Regiones. CAIT incluye datos e indicadores para todas las Partes de la Convención del Clima, mas algunas no Partes que son miembros de las Naciones Unidas. CAIT también incluye varias categorías de regiones, incluyendo las mayores regiones geográficas (e.g. el Sub-Sahara Africano), regiones políticas/económicas (e.g. OECD, ASEAN), y UNFCCC (e.g. Anexo I, G77-China). Los usuarios pueden también crear sus propias “regiones a la medida” con miembros de su elección.
- Datos Completos. CAIT es la única fuente disponible para la “canasta completa” de todos los gases de efecto invernadero (i.e. no solo CO₂ de los combustibles fósiles) para todos los países del mundo. De esta manera CAIT incluye datos de emisiones de CO₂ de energía y cambio en el uso del suelo, así como también gases diferentes al CO₂ tales como metano, oxido nitroso y gases con alto GWP.
- Aspectos Modificables e Interactivos. Dependiendo de los indicadores, los usuarios pueden seleccionar diferentes (1) tiempos para la evaluación (e.g., 1850 a 2000), (2) gases de efecto invernadero, y (3) unidades a mostrar (e.g. agregadas o per cápita). De igual manera, los usuarios pueden usar filtros para especificar los países y regiones en una tabla.
- Análisis de Distintas Características. Además de visualizar los indicadores, hay varios aspectos de análisis en CAIT que permiten comparaciones interesantes entre países y a lo largo de diferentes indicadores. Los usuarios pueden también calcular y graficar tendencias en diferentes indicadores entre diferentes períodos de tiempo y países. Similarmente, los usuarios pueden crear índices específicos que combinen dos o más indicadores en un índice compuesto, de acuerdo pesos específicos definidos por el usuario. También se incluyen las proyecciones de emisiones del IEA, EIA, POLES e IPCC (SRES).

- Documentos de Soporte explican las fuentes de emisión y metodologías usadas en CAIT. Los datos de CAIT se extraen de fuentes diversas, incluyendo el Centro para el Análisis de Información sobre el Dióxido de Carbono (CDIAC), el Instituto Holandés de Salud Pública y el Ambiente (RIVM), Earth Trends, WRI, Richard Houghton, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), la Agencia Internacional de Energía (IEA), el Banco Mundial, la Organización Mundial de la Salud (WHO), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), y la Administración para la Información Energética de los Estados Unidos (EIA).

CAIT esta disponible libre de costo en <http://cait.wri.org> y se ejecuta en Microsoft Excel (versión 2000 o 2002) o en cualquier plataforma basada en Windows.

Apéndice 2. Factores que Controlan las Emisiones de CO₂ Relacionadas con Energía

Un método para entender las emisiones relacionadas con la energía es un modelo simple que utiliza cuatro factores: niveles de actividad, estructura, intensidad energética, y mezcla combustible. La alteración de cualquiera de estos factores—solos o combinados—puede influir sobre las emisiones. A manera de ilustración, entre más lejos se conduzca un vehículo (*actividad*), más emisiones de CO₂ resultaran. Sin embargo, resultarán menos emisiones si el carro es más eficiente energéticamente (*intensidad energética*), y las emisiones pueden evitarse completamente si el vehículo opera con un combustible cero en carbono tal como el hidrógeno (*mezcla combustible*). Alternativamente, uno podría elegir ir en autobús en lugar de conducir (*cambiar la estructura de la actividad*), lo cual llevaría también a cambiar las emisiones de CO₂.

La Ecuación A representa esta dinámica al nivel económico amplio. No hay indicadores específicos que muestren la *estructura*. Es mas, los cambios estructurales son parte del factor de intensidad energética. Por ejemplo, un cambio estructural de irse de la industria pesada (de altos consumos energéticos) hacia actividades comerciales (e.g. financiera o de seguros, con bajo consumo energético) reducirá la intensidad energética de una economía.

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & \textit{Actividad} & & \textit{Intensidad} & \textit{Mezcla de} & \\
 & & \swarrow \quad \searrow & & \textit{de energía} & \textit{combustible} & \\
 & & & & \downarrow & \downarrow & \\
 \text{CO}_2 = & \frac{\text{PIB}}{\text{por persona}} & \times & \text{Población} & \times & \frac{\text{Energía}}{\text{GDP}} & \times & \frac{\text{CO}_2}{\text{Energía}} & \text{Ecuación A}
 \end{array}$$

La **Tabla 2** muestra el grado en el que las cuatro distintas variables en la Ecuación A modifican las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía en los 25 países de mayores emisiones durante el periodo 1990–2000. Esto se logra mediante una técnica llamada análisis por descomposición.³⁰ El análisis por descomposición identifica y cuantifica la contribución de cada factor hacia cambios en indicadores agregados (en este caso CO₂). Los factores pueden tener efectos acumulativos o neutralizantes en las emisiones. Cambios relativamente pequeños en los factores pueden llevar a grandes cambios en las emisiones cuando todos los factores cambian en la misma dirección. De otra parte, grandes cambios en un factor pueden ser neutralizados por cambios opuestos en otros factores, resultando solo en un pequeño cambio de las emisiones. Para cada país de la **Tabla 2** la suma de las contribuciones de los cuatro factores es igual al porcentaje actual de cambio en CO₂. (La contribución porcentual a los cambios de CO₂ para cada factor es a veces similar al porcentaje actual de cambio en esa variable en un periodo de 10 años).

Estos factores, si embargo, tienen en cuenta solo los cambios en emisiones relacionadas con la energía. En algunos casos, cambios globales de los gases de efecto invernadero estuvieron influenciados significativamente por incrementos o disminuciones en gases diferentes al CO₂. Por esa razón, la última columna en la tabla muestra los cambios en las emisiones diferentes al CO₂. Finalmente, los cambios porcentuales tales como los que se indican en la tabla podrían malinterpretarse, y deben evaluarse en el contexto de cambios absolutos. Por ejemplo, si bien las emisiones de China crecieron a un ritmo más de dos veces el de Estados Unidos, la cantidad total de CO₂ que cada uno adicionó a la atmósfera en una década fue casi el mismo. Este efecto puede verse en la segunda columna de la **Tabla 2**, la cual muestra los cambios absolutos con respecto a los cambios porcentuales de CO₂.

Apéndice 3. Escenarios SRES del IPCC

El Reporte Especial del IPCC sobre Escenario de Emisiones (SRES)³¹ presenta un número de escenarios que asumen diferentes combinaciones de cambios demográficos y desarrollos sociales, económicos y tecnológicos. Los escenarios están organizados en cuatro “familias”—A1, A2, B1 y B2. Éstas se resumen a continuación:

La línea **A1** y su familia de escenarios describen un mundo futuro de muy rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza el máximo a mediados del siglo y disminuye de ahí en adelante, y la rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Los aspectos más sobresalientes son la convergencia entre regiones, el fortalecimiento de capacidades y el incremento en las interacciones sociales y culturales con una reducción substancial en las diferencias entre regiones en ingreso per cápita. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen direcciones alternativas de cambio tecnológico en el sistema energético. Los tres grupos A1 se distinguen por su énfasis tecnológico: intensivos en combustibles fósiles (A1F1), fuentes energéticas no fósiles (A1T) o un balance entre todas las fuentes (A1B) (donde el balance está definido como aquel que no depende demasiado en una fuente energética particular, o en el supuesto de que ocurren tasas de mejoras similares en todas las fuentes de energía y en las tecnologías de uso final).

La línea **A2** y su familia de escenarios describen un mundo muy heterogéneo. El aspecto sobresaliente acá es el autodesempeño y la preservación de las identidades locales. Los patrones de fertilidad entre regiones convergen muy lentamente, lo cual resulta en incrementos continuos de la población. El desarrollo económico es primariamente orientado por regiones y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico más lento y fragmentado que en las otras líneas.

La línea **B1** y su familia de escenarios describen un mundo convergente con la misma población global, que alcanza el máximo a mediados de siglo y disminuye de ahí en adelante, al igual que en la línea A1, pero con cambios rápidos en las estructuras económicas hacia una economía de servicios e información, con reducciones en la intensidad de materiales y la introducción de tecnologías limpias y eficientes en el uso de recursos. El énfasis está en las soluciones globales a la sostenibilidad económica, social y ambiental, incluyendo mejorar la equidad, pero sin iniciativas adicionales relacionadas con el clima.

La línea **B2** y su familia de escenarios describen un mundo en el que el énfasis está en soluciones locales para la sostenibilidad económica, social y ambiental. Es un mundo con un crecimiento continuo de la población, a una tasa menor que la A2, niveles intermedios de desarrollo económico, y cambios tecnológicos menos rápidos y más diversos que en las líneas B1 y A1. Si bien el escenario también está orientado hacia la protección ambiental y a la equidad social, se centra en los niveles locales y regionales.

Apéndice 4. Datos Regionales

Este reporte trata principalmente, aunque no exclusivamente, con datos e indicadores a nivel país. Este apéndice examina datos de varias regiones geográficas, políticas y relacionadas con la UNFCCC, tomando una mirada más cercana a algunas de esas regiones. La **Tabla A4.1** ilustra a un grupo de indicadores y tendencias entre regiones geográficas, políticas y relacionadas con la UNFCCC.

Asia es notable por su tamaño, conteniendo la mayor parte de la población global (56 por ciento), PIB (33 por ciento) y gases de efecto invernadero (34 por ciento). Es también la región más diversa, ya que incluye China e India, así como un grupo de países industrializados avanzados (Japón), países en vías de desarrollo de rápido crecimiento (Corea del Sur, Singapur), economías en transición (Kazajstán, Uzbekistán), países menos desarrollados (Bután, Bangladesh). Asia es también de notar por su relativos bajos niveles de ingreso (\$4,248 por persona, medidos en equivalentes de capacidad de compra) y bajos niveles de emisiones per cápita (0.9 toneladas per cápita). Es de notar que China e India dominan los promedios estadísticos de Asia.

Europa es la única región geográfica que ha reducido sus emisiones en los 1990s (en un 20 por ciento). Lo mismo puede decirse de la Unión Europea, incluyendo sus pasados (15), presente (25) y prospectiva configuración de miembros (28). Sin embargo, a medida que la membresía de la Unión Europea crece, sus promedios de ingreso se reducen notoriamente, de alrededor de \$23,700 (15 miembros) a \$18,700 (28 miembros). De manera similar las emisiones per cápita de la EU se redujeron en los 90s (de 2.9 a 2.6 toneladas por persona).

En el **Medio Oriente y África del Norte** (MENA), el incremento en los gases de efecto invernadero fue particularmente rápido en los 90s, con un crecimiento del 50 por ciento. Sin embargo esta región aún comprende solo 6 por ciento de las emisiones globales de GEI. Entre los países MENA, tres países—Irán, Turquía y Arabia Saudita—tuvieron casi la mitad de las emisiones de la región. Cuatro estados OPEC del Golfo Pérsico—Bahrein, Kuwait, Qatar y los Emiratos Árabes Unidos—también son notables por sus niveles de emisiones per cápita (10.4 toneladas por persona), los cuales son siete veces más grandes que el promedio mundial.

El **Subsahara Africano** es notable por sus bajos niveles de emisiones (4 por ciento del mundo) y actividad económica (3 por ciento) relativos a su tamaño de población (11 por ciento). Los niveles de ingreso per cápita del Subsahara son también los más bajos del mundo, \$1,800 por persona, y el crecimiento económico en África fue especialmente bajo en el período 1990–2000. Ésta fue también la única región geográfica donde los estándares de vida, medidos en ingreso per cápita, se redujeron realmente en los 90s. Sin embargo, el crecimiento en los ingresos fue relativamente fuerte en unos pocos países, tales como Guinea Ecuatorial, Uganda y Bostwana. La mitad de las emisiones de GEI del Subsahara Africano provienen de tres países relativamente grandes—Sudáfrica, Nigeria y Sudan.

La región **Norteamericana** está compuesta por dos gigantes económicos, Canadá y los Estados Unidos, los cuales juntos suman casi la cuarta parte de las emisiones mundiales y actividad económica, pero solo un cinco por ciento de la población. Así, sus niveles de emisiones per cápita son especialmente altos, de 6.6 toneladas por persona. No es de sorprender que esta región tenga también los mayores niveles de ingreso, de más de \$33,000 por persona. El tratado Norteamericano de Libre Comercio (**NAFTA**) suma a México a esta región, resultando en una disminución apreciable en los niveles de emisiones e ingreso per cápita.

La región **Centroamericana y del Caribe** compuesta por 21 países, constituye entre el 2 y el 3 por ciento de las emisiones globales de GEI, PIB y población. Sin embargo, esta región está estadísticamente dominada por México. México es más de 14 veces más grande que la segunda economía de la región—la República Dominicana. De esta manera, los promedios regionales no son el reflejo particular de los países Centroamericanos—tales como Costa Rica y Guatemala—o de países del Caribe como Jamaica y las Bahamas.

La contribución de **Suramérica** a los índices globales de GIE, PIB y población son relativamente constantes, del orden del 5.5 por ciento cada uno. Los países del **MERCOSUR** (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay) constituyen el 70 por ciento de la economía de la región y 65 por ciento de sus emisiones. MERCOSUR y Sur América generalmente, son notables en que tienen relativamente baja intensidades de carbono, principalmente debido a una mezcla combustible que incluye contribuciones significativas de hidroelectricidad y gas natural (ver **Sección III**). Sin embargo, como lo muestra la tabla, es también una de las pocas regiones donde la intensidad de carbono está aumentando, en la medida que los países se mueven hacia fuentes disponibles de energía con altos contenidos de carbono. Con respecto a las emisiones per cápita y al ingreso per cápita, esta región (como Centroamérica y el Caribe) esta notablemente cerca de los promedios mundiales.

La región de **Oceanía** está dominada por Australia y en grado menor, por Nueva Zelanda. Estos dos países constituyen el 96 por ciento de la economía de la región y 76 por ciento de la población. Los 11 países restantes de la región son principalmente pequeños estados insulares, tales como Samoa, Fiji y Vanuatu. No es sorpresa que las emisiones per cápita y los niveles de ingresos sean relativamente altos.

Table A4.1

Indicadores **regionales**

	% del mundo, 2000			% de cambio 1990–2000			Per cápita, 2000	
	GEI	PIB	Pob	GEI	Ingreso (PIB/cápita)	Intensidad de CO ₂	GEI ton/cápita	Ingreso US\$ PPP/cápita
A. Regiones Geográficas (cantidad)								
Asia (31)	34	33	56	29	15	3	0.9	4,248
Europa (38)	23	26	12	-20	17	-30	2.9	15,941
Medio Oriente y Norte África (21)	6	5	7	50	16	9	1.5	5,437
Sub-Saharan Africano (47)	4	3	11	18	-4	-4	0.6	1,817
Norteamérica (2)	23	24	5	16	22	-14	6.6	33,269
Centroamérica y Caribe (21)	2	3	3	19	19	-7	1.2	6,827
Suramérica (12)	5	6	6	24	17	3	1.4	7,180
Oceania (13)	2	1	0	17	22	-10	5.2	18,672
B. Regiones Económicas (cantidad)								
ASEAN (SE Asia) (10)	4	4	9	51	39	22	0.7	3,593
Comunidad de Estados Independientes (12)	9	3	5	-36	-36	1	2.9	5,282
Unión Europea (15)	12	20	6	-3	19	-18	2.9	23,670
Unión Europea (25)	14	22	7	-6	19	-21	2.8	21,518
Unión Europea (28)	16	23	9	-7	18	-22	2.6	18,774
G-8	40	47	14	-1	17	-18	4.4	24,760
MERCOSUR (S. America) (4)	4	4	4	22	19	7	1.5	8,014
NAFTA (N. America) (3)	24	26	7	16	21	-14	5.4	27,439
OECD (30)	47	59	19	10	18	-11	3.8	23,132
OPEC (11)	6	4	8	48	12	17	1.2	3,768
C. Regiones UNFCCC								
Anexo I	51	58	19	-3	19	-20	4.0	22,062
no-Anexo I	46	39	78	30	34	-11	0.9	3,686
Economías en Transición	12	6	7	-34	-21	-16	2.7	6,327
G-77 / China	42	35	75	34	35	-8	0.9	3,432
AOSIS (Pequeños estados insulares)	1	1	1	30	49	-7	1.3	5,483
Países Menos Desarrollados	3	2	11	21	9	5	0.4	1,205
Países en Vías de Desarrollo	48	40	79	30	34	-11	0.9	3,727
Países Desarrollados	52	59	20	-3	18	-20	3.9	21,203
Mundo	—	—	—	11	12	-13	1.5	7,316

Nota: Se incluyen los seis principales GEI pero no el CO₂ del cambio en el uso del suelo. Los países desarrollados y en vías de desarrollo, pueden no sumar 100 por ciento debido a que varios países se excluyeron de la bases de datos por falta de información (e.g., Somalia).

Referencias

- Adger, N.W. et al. 2004. New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity. Tyndall Centre for Climate Research, Technical Report 7.
- Aldy, J.E. et al. 2003. "Beyond Kyoto: Advancing the International Effort Against Climate Change," Pew Center on Global Climate Change, Arlington, VA.
- Ang, B.W. and Liu, F.L. 2001. "A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation," *Energy*, Vol. 26, 537–548.
- BP. 2003. *BP Statistical Review of World Energy*. Available at: <http://www.bp.com/centers/energy>.
- Baumert K. and M. Markoff. 2003. "Indicator Framework Paper." Supporting documentation to the Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), version 1.5. World Resources Institute, Washington, D.
- Downing, T.E. et al. 2001. Vulnerability Indices: Climate Change Impacts and Adaptation. UNEP Policy Series, UNEP, Nairobi.
- Elzen, M.G. den, and M. Schaeffer. 2002. "Responsibility for Past and Future Global Warming: Uncertainties in Attributing Anthropogenic Climate Change." *Climatic Change*, Vol. 54, No. 1–2, 29–73.
- IPCC. 2000. *Special Report on Emission Scenarios*. Data version 1.1 includes emissions and other projections associated with 40 SRES scenarios (from CIESIN). Available at: <http://sres.ciesin.org>.
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the IPCC, J.J. McCarthy et al., eds. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaufmann, D., A. Kraay, and P. Zoido-Lobato. 2002. *Governance Matters II: Updated Indicators for 2000/01*. Policy Research Working Paper 2772. Washington, DC: The World Bank.
- Moss, R. et al. 2001. "Vulnerability to Climate Change: A Quantitative Approach." Pacific Northwest National Laboratory (PNNL-SA-33642). Prepared for the U.S. Department of Energy.
- Neumayer, E. 2002. "Can Natural Factors Explain any Cross-Country Differences in Carbon Dioxide Emissions?" *Energy Policy* 30, p. 7–12.
- UNDP. 2003. *Human Development Report. Millennium Development Goals: A Compact among Nations to End Human Poverty*. New York and Oxford: Oxford University Press.
- UNFCCC. 2002. "Scientific and Methodological Assessment of Contributions to Climate Change, Report of the Expert Meeting." Document number FCCC/SBSTA/2002/INF.14.

Notas Finales

1. Para mayores detalles, ver Baumert y Markoff 2003 y las fuentes originales de datos.
2. El PIB se mide en unidades de poder adquisitivo equivalente (ver Notas Explicatorias).
3. Como se indicó, estos datos incluyen CO₂ de los combustibles fósiles y los cinco gases diferentes al CO₂, pero no el CO₂ del cambio en el uso del suelo.
4. Las Tablas se encuentran en las páginas 21 a 30.
5. Para aquellos países que se estima tienen grandes flujos de carbono, la incertidumbre está del orden de más o menos 150 por ciento, mientras que los datos para los países que se estima tienen flujos cercanos a cero pueden tener porcentajes de error más grandes. Una descripción completa de los métodos y resultados del estudio que produjo estos estimativos (Houghton, 2003) está disponible en <http://cait.wri.org>. Ver "Nota de Datos: Emisiones (y Sumideros) de Carbono del Cambio en el Uso del Suelo."
6. También hay incertidumbres en estimativos de estos gases, en particular óxido nitroso. Se estima que las incertidumbres son mayores en los países en vías de desarrollo, debido en algunos casos a datos de actividad deficientes y factores de emisión. Para mayores detalle, ver Baumert y Markoff (2003) y las fuentes de datos subyacentes.
7. La intensidad de *gases de efecto invernadero* es el nivel de todas las emisiones de GEI por unidad de producto económico. La intensidad de carbono refleja solo la porción del total de GEI que proviene de la combustión de combustibles fósiles. Esta recoge la mayor parte de las emisiones y puede calcularse con mayor precisión. Entre los mayores emisores, el promedio de la intensidad de carbono es idéntico para los países desarrollados y en vías de desarrollo, mientras que el promedio de la intensidad de gases de efecto invernadero (usando los seis gases de efecto invernadero listados en CAIT, pero no el CO₂ del cambio en el uso del suelo) es 33 por ciento mayor en los países en vías de desarrollo (182 toneladas de C equivalente/millón de PIB-PPP para los países desarrollados vs. 245 toneladas para los países en vías de desarrollo).
8. El PIB se mide en unidades de poder adquisitivo equivalente (ver Notas Explicatorias).
9. La energía comercial, usada aquí para evaluar la intensidad energética, incluye la producción doméstica, mas las importaciones y cambios en inventarios, menos los combustibles suministrados a barcos y aviones. No incluye las fuentes de energía que no se producen comercialmente, tales como la leña, estiércol o carbón vegetal. La EIA estima que la biomasa no comercial la usan aproximadamente 2.4 billones de personas en el mundo para cocción y calefacción; contabilizar estos usos afectaría los estimativos de intensidad.
10. En Brasil, el rápido incremento refleja al menos en parte los esfuerzos recientes para diversificar la mezcla de electricidad, pasando de grandes hidroeléctricas a gas natural.
11. Una contribución a la reducción en la intensidad energética China ha sido atribuida a los agresivos esfuerzos de eficiencia energética, a la reducción a los subsidios de carbón, y a un desplazamiento hacia el gas natural. Sin embargo, de acuerdo con la EIA, en el 2001 el consumo de carbón en China se incrementó, junto con la intensidad energética.
12. Debe notarse que algunos de estos cambios pueden ser el resultado de datos deficientes. Por ejemplo en varios países (e.g. India y Nepal) algunos consumos energéticos están yéndose de los combustibles tradicionales (e.g. biomasa) hacia los combustibles comerciales (e.g. combustibles fósiles). Los incrementos en los usos de energía se podrían estar pasando por alto debido a que el uso de combustibles tradicionales tienden a no quedar capturados en los datos energéticos, mientras que los usos de energía comercial sí.

13. El término “contribución” se usa aquí en su estricto sentido físico. Se refiere a las emisiones acumuladas de un país y/o su impacto previsto en la concentración atmosférica de GEI sobre la temperatura media global. No refleja, por ejemplo el comercio (i.e. la producción de bienes intensivos en GEI para exportación).

14. Los estimativos de emisiones de CO₂ para el período anterior a 1850 están disponibles, pero solo para unos pocos países.

15. Las metodologías para los indicadores de concentración y temperatura siguen una metodología simple que ha sido aplicada en la propuesta original de Brasil (sobre una responsabilidad compartida basada en la contribución histórica al cambio de temperatura) y que fue recomendada como el valor por defecto por el grupo de expertos del IPCC (UNFCCC 2002). Para mas información ver Baumert y Markoff (2003).

16. Las incertidumbres se encuentran precisamente al atribuir los cambios de temperatura a los cambios en concentración, y al atribuir los cambios en concentración a los cambios en emisiones acumuladas. Ver Aldy et al., UNFCCC, y Baumert y Markoff para mas detalles.

17. Debe notarse sin embargo que en el caso de los países más industrializados, la deforestación significativa ocurrió antes de 1950—y estos países están, en muchos casos, recibiendo ahora los beneficios del CO₂ por su regeneración.

18. Las emisiones del cambio en el uso del suelo son altamente inciertas, así que estos números deben tratarse con precaución.

19. UNFCCC.

20. Al igual que antes, “contribución” se refiere a las emisiones acumuladas totales y/o su impacto en la concentración atmosférica de GEI sobre la temperatura media global.

21. Den Elzen y Schaefer.

22. Los datos de esta sección no vienen de CAIT. Debe notarse que esta área de investigación está aun sin desarrollo, y los índices, medidas y datos no están bien establecidos.

23. Ver IPCC 2001.

24. Ver, e.g., Moss, Adger et al., Downing.

25. Si bien los “índices de vulnerabilidad” son un indicativo del riesgo climático de un país y permiten comparaciones entre países, son a lo sumo aproximaciones crudas y afrontan dificultades.

26. Este indicador de vulnerabilidad se basa en una combinación de 11 variables alternativas (incluidas sanidad, alfabetismo, mortalidad materna, consumo de calorías, efectividad gubernamental, y esperanza de vida). Para cada variable, el conjunto de variables se dividió en quintiles y se calificaron de 1 a 5, basados en que rango caía el país. Estos resultados individuales de quintiles se promediaron, y el total se multiplicó por 10, dando un valor de 10 a 50. No todos los datos alternativos estuvieron disponibles para todos los países. Como se indicó anteriormente en la discusión, estos son indicadores genéricos y deben usarse solamente para obtener conclusiones generales sobre la distribución de vulnerabilidad al nivel global. Ver Adger et al.

27. Adger et al.

28. UNDP.

29. Este dato de Ucrania es para 1990 al 2000 debido a la falta de estimativos del PIB para periodos anteriores.

30. El método para el análisis por descomposición empleado en este documento sigue la metodología de Ang.

31. IPCC 2000.

Este estudio presenta los discernimientos y observaciones de un análisis de emisiones, energía y datos socioeconómicos para los países que son mayores emisores de gases de efecto invernadero del mundo. Es parte de la serie Avanzando en los Esfuerzos internacionales contra el Cambio Climático del Centro Pew. El Centro Pew fue establecido por el Pew Charitable Trusts para dar un nuevo enfoque cooperativo, crítica científica, y experiencia tecnológica y económica al debate global sobre el cambio climático. Informamos sobre este debate mediante un amplio rango de análisis en cuatro áreas: política (domestica e internacional), económica, ambiental y soluciones.