

# **CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE RESEÑA 2009**

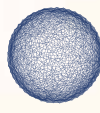
**COORDINADOR  
JOSELUIS SAMANIEGO**



NACIONES UNIDAS

**CEPAL**

**gtz**



**COP15  
COPENHAGEN**

# CAMBIO CLIMÁTICO Y DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE RESEÑA 2009

COORDINADOR  
JOSELUIS SAMANIEGO



NACIONES UNIDAS

CEPAL

gtz



COP15  
COPENHAGEN  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE 2009

**Alicia Bárcena**  
Secretaria Ejecutiva

**Antonio Prado**  
Secretario Ejecutivo Adjunto

**Joseluis Samaniego**  
Director  
División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos

**Mario Cimoli**  
Oficial a cargo  
División de Desarrollo Productivo y Empresarial

**Hugo Altomonte**  
Oficial a cargo  
División de Recursos Naturales e Infraestructura

**Susana Malchik**  
Oficial a cargo  
División de Documentos y Publicaciones

El presente documento, *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Reseña 2009*, fue coordinado por Joseluis Samaniego, Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL. Se agradecen las valiosas contribuciones de Hugo Altomonte, oficial a cargo de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, Adrián Rodríguez, oficial de asuntos económicos de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial, Jean Acquatella, oficial de asuntos económicos de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, Marianne Schaper, oficial de asuntos económicos de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Hugo Guzmán, Coordinador de la Oficina de la Secretaría Ejecutiva, los consultores Eduardo Sanhueza y Karina Martínez y los lectores Rudolf Buitelaar, oficial de la División de Planificación de Programas y Operaciones, y Osvaldo Kacef, Director de la División de Desarrollo Económico.

También se agradecen los insumos para esta versión actualizada del documento a Heloisa Schneider, oficial de asuntos económicos de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial, así como a Carlos de Miguel y Humberto Soto, ambos oficiales de asuntos ambientales de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.

Este documento contó con financiamiento de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) y el Gobierno de Dinamarca.

Publicación de las Naciones Unidas

---

LC/L.3140  
Copyright © Naciones Unidas, noviembre de 2009. Todos los derechos reservados  
Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

2009-575

## Índice

Prólogo .....	11
Presentación.....	15
I. El cambio climático en la región .....	21
A. Evolución del conocimiento científico y de las negociaciones internacionales .....	21
1. Los compromisos adquiridos .....	25
2. Los escenarios climáticos .....	26
B. La información histórica sobre los efectos del cambio climático en América Latina y el Caribe .....	30
C. Los efectos físicos previstos .....	32
D. La vulnerabilidad al cambio climático.....	35
E. Resumen .....	37
II. Los efectos del cambio climático a nivel sectorial .....	39
A. El sector primario .....	39
1. Los efectos en general.....	40
2. El efecto positivo de la fertilización por dióxido de carbono .....	42
3. Incremento de plagas y enfermedades.....	44
4. La variación de los recursos hídricos.....	45
5. La elevación del nivel del mar y la agricultura .....	46
6. La agricultura y los fenómenos meteorológicos extremos.....	46
7. Disponibilidad de alimentos y seguridad alimentaria.....	48
B. La silvicultura.....	50
C. La pesca.....	53
D. El turismo .....	55
E. El sector industrial .....	58
F. Asentamientos humanos e infraestructura .....	61
1. La salud pública .....	63
2. Los grupos más vulnerables .....	64
G. Resumen .....	65
III. Adaptación al cambio climático.....	67
A. Medidas de adaptación requeridas .....	69
B. Retos para la adaptación .....	72

1. Costos: incertidumbre científica y de cuantificación de recursos .....	72
2. Localización y especificidad de las medidas requeridas .....	76
3. Instituciones y capacidad nacional .....	77
4. Financiamiento internacional para la adaptación al cambio climático .....	78
C. Resumen .....	80
IV. Adaptación a las respuestas internacionales: competitividad y comercio internacional .....	83
A. Competitividad .....	83
1. La huella de carbono .....	84
2. La fuga de carbono .....	92
B. Oportunidades de transferencia tecnológica .....	92
C. Adaptación de la inversión extranjera directa (IED) y la competitividad de las industrias con altas emisiones de carbono .....	93
D. Resumen .....	98
V. La región en el panorama energético global .....	101
A. América Latina y el Caribe en la oferta mundial de energía primaria .....	102
1. Composición de la oferta .....	102
B. América Latina y el Caribe en el consumo mundial de energía .....	103
C. Intensidad energética en América Latina y el Caribe .....	105
D. La región en el escenario de mitigación de la Agencia Internacional de Energía de 2005 a 2030 .....	106
1. Costo estimado de las medidas de eficiencia adicionales .....	112
2. Tecnología de captación y almacenamiento de CO <sub>2</sub> en la generación eléctrica .....	114
3. Nucleoeléctricas .....	114
4. Fuentes renovables en la generación de electricidad .....	115
5. Más inversiones para suministrar energía según el escenario de mitigación .....	115
6. Inversión total adicional según el escenario de mitigación .....	116
E. Resumen .....	118
VI. Emisiones de gases de efecto invernadero y medidas de mitigación .....	119
A. Emisiones totales de gases de efecto invernadero .....	119
B. Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero .....	124
C. Mitigación .....	125
1. Suministro de energía .....	127
2. Sector del transporte .....	127
3. Sector residencial y comercial .....	130
4. Sector industrial .....	130
5. Sector agrícola .....	130
6. Sector forestal .....	132
7. Residuos .....	134
D. El mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) .....	135
1. Proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) en la región .....	138
2. Flujos de recursos del MDL .....	141
E. Resumen .....	142
VII. La región en el marco internacional del cambio climático .....	145
A. América Latina y el Caribe en las negociaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto .....	146
1. El financiamiento para el desarrollo .....	148
2. La adaptación .....	148
3. La mitigación y el mecanismo para un desarrollo limpio .....	148
B. Oportunidades de cooperación regional en materia de cambio climático .....	151
C. Resumen .....	152
Bibliografía .....	155

**Cuadros**

Cuadro I.1	Hechos relevantes del proceso de negociaciones internacionales sobre el cambio climático .....	23
Cuadro I.2	Proyecciones de calentamiento de la superficie terrestre y aumento del nivel del mar a fines del siglo XXI.....	27
Cuadro I.3	Confiabilidad de los resultados.....	28
Cuadro I.4	Ejemplos de los efectos más importantes del cambio climático previstos a nivel global, según sector .....	28
Cuadro I.5	Ejemplos de los efectos del cambio climático observados en América Latina y el Caribe .....	30
Cuadro I.6	Mesoamérica, Amazonia y América del Sur: proyecciones de temperatura y precipitaciones .....	33
Cuadro I.7	Caribe: proyecciones de temperatura y precipitaciones respecto del período 1961-1990 .....	33
Cuadro I.8	América Latina: futuros efectos de la vulnerabilidad y el cambio climáticos en los sistemas costeros y humanos.....	34
Cuadro I.9	América Latina y el Caribe: pérdidas acumuladas por concepto de fenómenos hidrometeorológicos, 1970-2008 .....	36
Cuadro II.1	Sudeste de América del Sur: variación del rendimiento medio del maíz y la soja en el escenario A2 del IEEEE, con y sin efecto de fertilización por CO <sub>2</sub> .....	42
Cuadro II.2	América Latina y el Caribe: resumen de los estudios sobre efectos del cambio climático en el sector agrícola, 2007.....	43
Cuadro II.3	América Latina y el Caribe: participación de las importaciones y exportaciones de productos forestales en el PIB.....	50
Cuadro II.4	América Latina y el Caribe: extensión y variaciones de la superficie de bosques .....	52
Cuadro II.5	América Latina y el Caribe: participación de las importaciones y exportaciones de productos pesqueros en el PIB.....	54
Cuadro II.6	América Latina y el Caribe: ingresos por concepto de turismo internacional en los principales destinos turísticos .....	56
Cuadro II.7	América Latina y el Caribe: coeficiente de industrialización .....	59
Cuadro II.8	América Latina: incremento neto de la población afectada por estrés hídrico, 2025 y 2055 .....	61
Cuadro III.1	Efectos del cambio climático que podrían incidir en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio .....	68
Cuadro III.2	América Latina y el Caribe: selección de ejemplos de adaptación al cambio climático .....	69
Cuadro III.3	Costos estimados de la adaptación al cambio climático a escala global.....	74
Cuadro III.4	Tipos de adaptación .....	76
Cuadro III.5	América Latina y el Caribe: algunos componentes sugeridos para la formulación y aplicación de medidas de adaptación al cambio climático .....	77
Cuadro IV.1	Países seleccionados: emisiones incorporadas en el comercio, 2001 .....	85
Cuadro IV.2	Algunas iniciativas para medir e informar sobre la huella de carbono.....	87
Cuadro IV.3	América Latina y el Caribe (países seleccionados): participación de las industrias ambientalmente sensibles en el total exportado, 2003-2004 .....	96
Cuadro IV.4	América Latina y el Caribe (países seleccionados): inversión extranjera directa (IED) en industrias ambientalmente sensibles .....	98
Cuadro V.1	América Latina y el Caribe: inversión adicional necesaria en el sector de la construcción, 2030.....	112
Cuadro V.2	América Latina y el Caribe: inversión adicional necesaria en el sector industrial, 2030 .....	113
Cuadro V.3	América Latina y el Caribe: inversión adicional necesaria en el sector transporte, 2030 .....	114

Cuadro V.4	América Latina y el Caribe: inversión necesaria para suministro de energía, 2030 .....	115
Cuadro V.5	Inversión necesaria para aplicar el escenario de mitigación, 2030.....	117
Cuadro VI.1	Emisiones de gases de efecto invernadero, 1990-2000 .....	122
Cuadro VI.2	Uso energético del transporte a nivel mundial, por tipo, 2000 .....	128
Cuadro VI.3	Medidas propuestas para la mitigación de gases de efecto invernadero en ecosistemas agrícolas .....	131
Cuadro VI.4	Resumen de tecnologías y prácticas de mitigación, por sector .....	134
Cuadro VI.5	Volumen anual y valores de la transacción de proyectos de reducción de emisiones, 2005-2008 .....	137
Cuadro VI.6	Proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio, por región .....	138

## Gráficos

Gráfico I.1	Aumento de la temperatura a nivel mundial .....	23
Gráfico I.2	Escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (en ausencia de políticas climáticas adicionales) y proyecciones de temperatura de la superficie terrestre, 2000 y 2100 .....	27
Gráfico I.3	Anomalías de la temperatura en el registro histórico 1901-2005 y proyecciones 2001-2100 .....	32
Gráfico I.4	América Latina y el Caribe: frecuencia de fenómenos hidrometeorológicos, 1970-2007 .....	36
Gráfico II.1	América Latina y el Caribe (32 países): contribución de la agricultura al crecimiento, 2005 .....	40
Gráfico II.2	Pampas argentinas: desplazamiento de las isoyetas hacia el oeste .....	46
Gráfico II.3	Países de la región andina: distribución sectorial de los daños ocasionados por el fenómeno de El Niño, 1997-1998 .....	47
Gráfico II.4	Centroamérica: distribución sectorial de los daños ocasionados por el huracán Mitch, 1998 .....	48
Gráfico II.5	Dominica: cambios en Coconut Beach tras la temporada de huracanes de 1995 .....	58
Gráfico II.6	Muertes estimadas atribuibles al cambio climático en el año 2000, por subregión .....	64
Gráfico III.1	Costo de la adaptación al cambio climático .....	73
Gráfico III.2	América Latina y el Caribe: asistencia oficial para el desarrollo (AOD), solo cambio climático .....	78
Gráfico IV.1	Emisiones de CO <sub>2</sub> por subsector manufacturero .....	94
Gráfico IV.2	América Latina y el Caribe: volumen de exportación de las industrias ambientalmente sensibles hacia el mundo .....	95
Gráfico IV.3	Índice de ventaja comparativa revelada de industrias ambientalmente sensibles en cinco mercados importadores .....	97
Gráfico V.1	Suministro total de energía primaria, por región .....	102
Gráfico V.2	América Latina y el Caribe: suministro total de energía de combustibles fósiles .....	103
Gráfico V.3	Consumo final de energía primaria, por región .....	104
Gráfico V.4	América Latina y el Caribe: consumo total de combustible, por sector .....	104
Gráfico V.5	Evolución de la intensidad energética, 1970-2005.....	105
Gráfico V.6	Evolución de la intensidad de emisiones por unidad de energía consumida: 1980-2005 .....	106
Gráfico V.7	Oferta de energía y emisiones de gases de efecto invernadero según los escenarios de referencia y de mitigación .....	107
Gráfico V.8	Combinación de combustibles en la generación de energía según diferentes escenarios.....	108
Gráfico V.9	Reducción de energía por emisiones de CO <sub>2</sub> según el escenario más allá de una política alternativa comparada con el escenario de política alternativa.....	109

Gráfico V.10	Matriz de energía primaria a nivel global, 2004 .....	110
Gráfico V.11	Matriz de energía primaria a nivel global según el escenario de referencia, 2030.....	111
Gráfico V.12	Matriz de energía primaria a nivel global según el escenario de mitigación, 2030 .....	111
Gráfico V.13	Inversión anual adicional según el escenario de mitigación y de referencia, 2030.....	116
Gráfico VI.1	Distribución mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero.....	120
Gráfico VI.2	América Latina: principales emisores de gases de efecto invernadero, 1990-2000 .....	120
Gráfico VI.3	América Latina y el Caribe: países emisores de gases de efecto invernadero, 1990-2000.....	121
Gráfico VI.4	América Latina y el Caribe: emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita, 1990 y 2004 .....	122
Gráfico VI.5	América Latina y el Caribe: intensidades relativas de las emisiones de CO <sub>2</sub> .....	123
Gráfico VI.6	América Latina y el Caribe: principales emisores de CO <sub>2</sub> , sin cambio de uso del suelo .....	124
Gráfico VI.7	América Latina y el Caribe (países seleccionados): mayores emisiones de GEI por fuente según las primeras comunicaciones nacionales .....	125
Gráfico VI.8	Tendencias de crecimiento de vehículos ligeros, por región .....	129
Gráfico VI.9	América Latina y el Caribe: cambios en el uso de suelo .....	131
Gráfico VI.10	América Latina y el Caribe: cantidad de proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio .....	139
Gráfico VI.11	América Latina y el Caribe: volumen de reducciones certificadas de emisiones por tipo de proyecto, 2012 .....	140
Gráfico VI.12	América Latina y el Caribe: proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio, por tipo .....	141

## Diagramas

Diagrama II.1	Cambio climático y seguridad alimentaria .....	49
Diagrama II.2	Efectos adversos del cambio climático en la salud humana.....	63
Diagrama VI.1	Esquema de incentivos económicos asociados a la conservación de bosques .....	133

## Recuadros

Recuadro I.1	El cambio climático .....	21
Recuadro I.2	Escenarios de emisiones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático .....	26
Recuadro II.1	Algunos efectos importantes del cambio climático en la agricultura, la silvicultura y los ecosistemas, según origen y probabilidad de ocurrencia .....	41
Recuadro II.2	América Latina y el Caribe: efectos del cambio climático que podrían afectar gradualmente a la silvicultura .....	53
Recuadro II.3	América Latina y el Caribe: efectos del cambio climático que podrían afectar gradualmente el turismo.....	57
Recuadro II.4	Efectos del cambio climático que podrían afectar a la industria .....	60
Recuadro II.5	Efectos del cambio climático en los recursos hídricos .....	62
Recuadro III.1	Adaptación al cambio climático .....	67
Recuadro IV.1	La huella de carbono en el sector agrícola chileno .....	91
Recuadro VI.1	Ejemplos de potenciales opciones de mitigación en la región.....	126





## Prólogo

En los últimos años, el problema del cambio climático ha captado un nivel de atención sin precedentes y ello se ha traducido en una movilización internacional para concertar acciones destinadas a mitigarlo, un mayor dinamismo en materia de innovación tecnológica para contar con herramientas que permitan paliar sus causas y una creciente preocupación por sus posibles consecuencias negativas sobre el desarrollo económico y social de los países. El tema ha pasado incluso a integrar la agenda de prioridades del Secretario General de las Naciones Unidas junto a los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

La preocupación dominante a nivel mundial está correctamente enfocada a mitigar el origen del problema —las emisiones de gases de efecto invernadero— para evitar retroalimentaciones sistémicas irreversibles. El flujo de estas emisiones hacia la atmósfera y su acumulación a lo largo de los últimos siglos han elevado las concentraciones aumentando de ese modo la temperatura atmosférica a niveles peligrosos.

El régimen internacional acordado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kyoto solo limita la emisión de gases de efecto invernadero de los países desarrollados y regula parcialmente el uso de la atmósfera como sumidero de los gases de efecto invernadero antropogénicos, y aún está lejos de tutelar la seguridad climática.

En 2007 se pudo precisar una dimensión temporal y cuantitativa para el logro de la seguridad climática, que es un bien público global que se debe proteger (Bárcena, 2008 y 2009a y b; *El Universal*, 2008). El informe Stern sobre la economía del cambio climático y el cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) aportaron elementos nuevos que permitieron hacer dicha precisión (Stern, 2006). Por una parte, el IPCC despejó la incertidumbre sobre la responsabilidad humana en el cambio climático y sobre el potencial de daño de este fenómeno en distintos escenarios. Por la otra, además de hacer estimaciones sobre los costos globales de la mitigación del problema, el informe Stern puso en claro que la demora en la acción hará más cuantiosas las pérdidas de bienestar o producto global e inclinó la discusión a favor del establecimiento de tasas de descuento muy bajas en el futuro y la conveniencia de actuar sin demora.

En este informe se hizo referencia a lo que se ha vuelto el estándar de seguridad climática para los países industrializados y algunas economías emergentes: detener el aumento de la concentración de las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, en un rango de entre 500 y 550 partes por millón (ppm) de CO<sub>2</sub> eq, que supondría un incremento global de la temperatura de entre 2,5°C y 3,5°C. Si se rebasa este nivel, se estaría ante márgenes de cambio para todos los sistemas, con muy bajas posibilidades de adaptación.

El incremento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera es de aproximadamente 2,5 ppm de CO<sub>2</sub> eq al año y la concentración actual gira en torno a las 430 ppm de CO<sub>2</sub> eq. De mantenerse esa tasa de aumento, a mediados de este siglo se llegaría a una concentración de 550 ppm, y posteriormente las emisiones seguirían aumentando. Desde esa perspectiva, el tiempo para lograr la estabilización de las concentraciones en niveles seguros se estaría agotando rápidamente.

La situación de América Latina y el Caribe es distinta de la de los países desarrollados. Estos últimos son los que principalmente generan las externalidades globales resultantes de las emisiones, y también las sufren, mientras que la región de América Latina y el Caribe, si bien contribuye poco a generar esas externalidades, sufre sus consecuencias de manera desproporcionada. Si se toman en cuenta las emisiones regionales, América Latina y el Caribe solo genera más emisiones que África, que ocupa el último lugar (aunque en términos de emisiones per cápita se encuentra por delante de Asia y África). No obstante, la región figura entre las más vulnerables por estar localizada dentro de la franja de huracanes y tener numerosos Estados insulares y zonas costeras bajas, depender de los deshielos andinos para el suministro de agua a los sectores urbano y agrícola, y estar expuesta a inundaciones e incendios forestales, entre otras particularidades.

Son precisamente esas particularidades geográficas y la situación de América Latina y el Caribe en la economía global las que obligan a realizar un análisis específico de los efectos del cambio climático en la región.

Hasta hace muy poco tiempo, la discusión se centraba en el impacto ambiental de este fenómeno en la región y solo recientemente se ha prestado especial atención a sus efectos económicos. En este libro de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que tiene por objeto contribuir a cerrar la brecha entre el ámbito ambiental y el económico, se ofrece un primer análisis de la información más relevante para la región sobre el tema disponible a 2009. Asimismo, se destacan algunos aspectos económicos relacionados con el cambio climático y sus consecuencias en América Latina y el Caribe, como el vínculo con el comercio internacional, el contagio negativo de las finanzas públicas y las futuras restricciones a un desarrollo económico con alto grado de consumo de carbono. El cambio climático es una barrera para el desarrollo en términos de los recursos que se perderán o que deberán reasignarse para adaptarse a sus efectos negativos. Sin embargo, también representa una oportunidad para buscar un desarrollo de mejor calidad, con más inversiones en tecnologías que puedan mitigar algunas externalidades ambientales negativas del proceso de desarrollo.

Es importante atraer la atención de los equipos económicos de los gobiernos de la región hacia estos temas, pues cuanto mejor preparados se encuentren, menores serán las presiones imprevistas sobre el gasto y las pérdidas recaudatorias y mayor la gobernabilidad económica de los países. En suma, este libro tiene por objeto brindar a los gobiernos de América Latina y el Caribe algunos elementos de juicio que contribuyan al análisis de la relación entre cambio climático y desarrollo.

En el texto se destaca la enorme importancia de los mecanismos para distribuir adecuadamente los costos del cambio climático. Asimismo, se señala que el entorno internacional en que se desenvolverá la región sufrirá importantes modificaciones que llaman a la previsión en el ámbito del comercio y de las futuras inversiones con base en la huella de carbono.

La información presentada en este documento se complementará en un futuro cercano con los resultados de los estudios sobre economía y cambio climático que se están realizando en algunos países de la región (el Brasil, México y algunas naciones de Centroamérica, América del Sur y el Caribe). A medida que se vayan incorporando nuevos datos, existirá una mayor certeza sobre la magnitud nacional y sectorial de los costos de adaptación y de las potenciales ganancias de la mitigación. Probablemente en 2010 se cuente con información proveniente de la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, lo que permitirá fortalecer la perspectiva regional.

En la información revisada se incluyó literatura internacional reciente sobre cambio climático que abarca a América Latina y el Caribe, como los escenarios a 2030 de la Agencia Internacional de Energía, el cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y los informes preparados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

En estos documentos se pone énfasis en la adaptación como estrategia para la región, en las posibles ganancias de la mitigación con y sin mercados de carbono y en la necesidad de proteger las finanzas públicas de los desastres físicos o económicos que podrían redundar en menores ingresos y mayores gastos.

Por último, me gustaría dar las gracias a Joseluis Samaniego, Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, por la coordinación de este documento, a la División de Desarrollo Productivo y Empresarial, a cargo de Mario Cimoli, por los aportes realizados sobre los impactos en el sector primario y a la División de Recursos Naturales e Infraestructura, a cargo de Hugo Altomonte, por su colaboración en las consideraciones relativas a la energía.

Alicia Bárcena  
Secretaria Ejecutiva  
Comisión Económica para América Latina  
y el Caribe (CEPAL)



## Presentación

En los capítulos I y II del documento se hace referencia a los impactos biofísicos esperados y a sus consecuencias sobre los sistemas productivos y la salud de la región. Entre los puntos más destacados se encuentran los impactos negativos generalizados en la franja intertropical, que incluyen los límites biológicos de resistencia al cambio de temperatura de algunas especies de gran importancia como el maíz, el derretimiento de las nieves y los glaciares andinos, el difícil suministro de agua a grandes zonas y la exposición a las epidemias. En suma, se habla de la gran vulnerabilidad del sector primario y de los encadenamientos productivos y fiscales que genera. Solo unas pocas subregiones de alta latitud de América del Sur tendrán ganancias productivas.

En el capítulo III se trata el crucial problema de la adaptación al cambio climático, que todavía se caracteriza por ser más bien espontánea (PNUMA/SEMARNAT, 2006) y reactiva (CMNUCC, 2007) y estar principalmente enfocada a la atención de los desastres naturales y la posterior recuperación. La política de adaptación implica absorber las pérdidas esperables en el sector primario y en los ingresos públicos y anticipar los gastos que deberá efectuar el sector público para enfrentar las consecuencias negativas y posiblemente concurrentes del cambio climático: sequías, inundaciones, epidemias, olas de calor, pérdidas de infraestructura y otras consecuencias directas. Se destaca que el problema de América Latina y el Caribe con relación al cambio climático es fundamentalmente de adaptación, más que de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

Desarrollar la capacidad de adaptación supone retos como la cuantificación de los recursos necesarios, la distribución de los costos entre agentes públicos y privados (productores o consumidores), la localización y especificidad de las medidas requeridas y la apertura o el conocimiento que tengan de estos temas las autoridades encargadas de la gestión económica, social y ambiental de los países.

En este capítulo se plantea que un bajo nivel de adaptación aumenta el riesgo de que las pérdidas productivas privadas, ya sea por cambios graduales o eventos extremos, se trasladen a las finanzas públicas a través de medidas de compensación que supongan un gasto público (municipal, estatal, nacional o internacional, en el caso de la cooperación para enfrentar los desastres). A estas pérdidas se sumarían las ocasionadas por un menor nivel de actividad económica y de recaudación de ingresos públicos.

La adaptación es una tarea tanto del sector privado como del sector público. Para el primero implica la creación y el uso de mecanismos de mitigación del riesgo económico y de previsión para restringir las futuras emisiones de carbono en algunos países, en ciertos mercados de exportación y en la inversión nacional. Para el sector público supone, sobre todo, la protección de los ingresos fiscales y de las presiones sobre el gasto para mantener los equilibrios fiscales y la gobernabilidad económica.

Por el contrario, si las acciones de adaptación incluyen la internalización de los costos adicionales esperados por parte de los particulares, por ejemplo, a través de mecanismos de seguros, estos permanecerán en el ámbito privado. Esta posibilidad no impide que exista una puja distributiva entre productores y consumidores y que el bajo nivel de adaptación de los productores se materialice en alzas de precios.

En definitiva, un bajo nivel de adaptación se expresará en un incremento de las presiones en los distintos niveles de las finanzas públicas y en la inestabilidad de los mercados. Desde este punto de vista, avanzar en la adaptación conlleva un esfuerzo de protección de la estructura de las finanzas públicas y de la estabilidad del sector privado en favor de la estabilidad macroeconómica.

En el capítulo IV se aborda el tema de la adaptación de la región a las consecuencias indirectas, producto de las respuestas del mundo desarrollado a sus propias medidas de mitigación. Los países desarrollados están tratando de reducir la producción de emisiones y bajar su huella de carbono y, al mismo tiempo, proteger a los sectores productivos de la competencia internacional. Las emisiones incorporadas en las exportaciones de América Latina y el Caribe, ya sea por la producción o por el transporte, se pueden ver confrontadas por restricciones en los mercados de destino. En este capítulo se presenta también un recuento de las principales iniciativas desarrolladas durante 2009. Por otra parte, junto con las restricciones al comercio internacional, se puede dar una fuga de industrias con gran cantidad de emisiones hacia los países de la región, haciendo más difícil la transformación productiva hacia sectores más limpios. Asimismo, se recoge la distinción entre importadores y exportadores netos de carbono en el comercio internacional, es decir, entre productores y consumidores netos de carbono virtual.

En general, la región es captadora de tecnologías, por lo que también se deberán suprimir las barreras para la difusión de aquellas que minimizan la huella de carbono y promover la eliminación de restricciones a su comercio internacional en el corto plazo. De modo complementario, la evaluación de las nuevas inversiones deberá incluir el costo de las emisiones y otras cargas ambientales desde un enfoque del ciclo de vida y buscar acuerdos regionales que promuevan la difusión de mejores prácticas y normas para proteger simultáneamente el medio ambiente y la competitividad.

En el capítulo V se hace referencia a la proyección del futuro energético de América Latina y el Caribe y se observa que, desde el punto de vista de las emisiones por consumo de combustibles fósiles, es poco alentador. Entre 1973 y 2005, la participación de América Latina en el consumo final de energía primaria aumentó del 3,7% al 5,0% del total mundial y la industria y el transporte triplicaron el consumo final de energía. A su vez, el transporte fue responsable de la mayor parte del aumento del consumo de petróleo entre 1971 y 2005. En cierta medida, a esto se debe que exista un estancamiento en la mejora de la intensidad energética, que en la actualidad se encuentra prácticamente en los mismos niveles de 1980.

América Latina y el Caribe seguirá siendo un importante consumidor de combustibles fósiles, por lo menos en la primera mitad del siglo XXI. El aumento de los precios del petróleo tiende a traducirse en el consumo de combustibles con mayor contenido de carbón, cuya oferta es más estable, y la región no tiene una clara trayectoria de mejora espontánea en materia de consumo energético ni en lo referente a las emisiones. Cambiar a una trayectoria más limpia requiere incentivos internacionales más potentes y, en el plano interno, exige realizar el potencial económico de una mayor eficiencia energética, pues la región presenta grandes oportunidades de progreso en este campo.

En la actualidad, los principales incentivos son mejorar la calidad ambiental local, economizar el uso de combustibles y reducir la inversión necesaria para aumentar la oferta energética. Los últimos avances más destacados en materia eólica, térmica, marina y solar se han producido fuera de América Latina y el Caribe y, como en otros casos, la región será captadora de tecnologías. Según la Agencia Internacional de Energía, la inversión en eficiencia energética produciría notables ganancias económicas en todos los países, excepto en México.

En el capítulo VI se trata el tema de la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y sus oportunidades, se analizan las principales fuentes de emisiones y se resumen las políticas y herramientas de mitigación que se están aplicando en algunos países de América Latina y el Caribe. En este apartado se aprecia un aumento de las emisiones per cápita en casi todos los países y se confirman como principales sectores emisores la agricultura, el cambio en el uso del suelo y el consumo energético, con alrededor del 30% cada uno. Las emisiones sumadas de desechos y procesos industriales son inferiores al 10%.

Las emisiones de gases de efecto invernadero de América Latina y el Caribe, incluidas las provenientes del cambio en el uso del suelo representaron el 11,78% del total mundial en 2000. El objetivo mundial a largo plazo es estabilizar las emisiones globales en torno a 20 gigatoneladas. Las emisiones de América Latina y el Caribe rondan las 3,1 gigatoneladas. Es difícil imaginar un escenario futuro donde esa participación sea mucho mayor, tomando en cuenta los aumentos de los gigantes asiáticos y del mundo desarrollado. Por lo tanto, adecuar el desarrollo económico a este espacio ambiental será un reto de enorme importancia. Mantenerse dentro del espacio atmosférico que la región tendrá a largo plazo en el esfuerzo global implica un aumento de la inversión en tecnologías más limpias. Una parte de este esfuerzo se facilita mediante el mecanismo para un desarrollo limpio y la otra se financia con ganancias derivadas de la eficiencia energética. América Latina y el Caribe debe aprovechar el margen de holgura temporal actual para iniciar la reconversión.

Lo que distingue a la región es la gran contribución a las emisiones por pérdidas en la cubierta forestal debido a la expansión de la frontera agropecuaria. Son pocos los casos en que las medidas de adaptación y mitigación coinciden y la conservación de bosques es uno de ellos. Otro ejemplo sería el pago por servicios ambientales para la conservación de las porciones altas de las cuencas hidrográficas, que reducen la vulnerabilidad a los desastres hidrometeorológicos (adaptación) y permiten mitigar las emisiones por deforestación y degradación. La adaptación y la mitigación también coinciden en el adecuado manejo de residuos sólidos y aguas servidas en caso de inundación.

Sin embargo, el Protocolo de Kyoto tiene incentivos muy débiles para la conservación de los bosques y el mejor manejo del suelo. Actualmente, la forestación y reforestación a pequeña escala son elegibles, pero la conservación aún no lo es. En la reunión celebrada en diciembre de 2007 en Bali se acordó incluir la conservación de bosques en el siguiente paquete de acuerdos (reducción de emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal (REDD)).

Lentamente, la región va quedando rezagada en número de proyectos y reducciones en el mecanismo para un desarrollo limpio con respecto a Asia y en la actualidad este mecanismo representa un estímulo marginal para favorecer un mejor uso de la energía y de los suelos. Solo mediante una revisión del mercado de carbono y sus mecanismos será posible contar con los incentivos positivos necesarios para el cambio. Las ciudades, por ejemplo, son importantes fuentes de emisiones, pero no participan como tales en los mercados de carbono.

En este capítulo se hace un repaso de los proyectos registrados ante el mecanismo para un desarrollo limpio como parte de la oferta de mitigación y se observa que hay pocos en el área de la sustitución de combustibles y de la oferta y la demanda de eficiencia energética, mientras que predominan los proyectos del sector agrícola (metano de residuos agroindustriales), energías renovables (biomasa) y rellenos sanitarios.



El mecanismo para un desarrollo limpio contribuye a mejorar entre un 0,5% y un 3,5% la tasa interna de retorno de los proyectos. Sin embargo, este incentivo no ha alcanzado a movilizar suficientes inversiones como para lograr transformaciones estructurales significativas en el sector energético de la mayoría de los países de la región. Desde 2004 hasta la fecha, el mecanismo para un desarrollo limpio ha contribuido con aproximadamente 7.000 millones de dólares y movilizó alrededor de 18.000 millones de dólares de inversión a nivel global.

En el capítulo VII se analiza el contexto internacional y se observa que, si bien la región se mantuvo al margen de los compromisos de reducción durante el primer período de cumplimiento del Protocolo de Kyoto (2008-2012), es posible que la situación cambie en el futuro. La negociación internacional apunta hacia el Brasil y México como países de desarrollo medio que deberían asumir algún tipo de compromiso, expresado como medidas de mitigación apropiadas para cada país (MMAP). Es previsible que la situación internacional evolucione hasta que se acuerden criterios a fin de que los países asuman compromisos cuantitativos para: a) limitar las emisiones en función de una combinación de indicadores, como el ingreso per cápita y el nivel de emisiones; b) incluir a sectores altamente emisores ubicados indistintamente en países en desarrollo o desarrollados (como las industrias del cemento y el acero, la industria automotriz y la papelera); c) introducir restricciones en el comercio internacional en función de los gases de efecto invernadero incorporados en la producción o el transporte de mercancías, y d) aplicar impuestos nacionales o internacionales al contenido de carbono de los combustibles fósiles, sin excluir los del transporte internacional.

Estas cuatro posibilidades implicarán cambios en las estrategias de desarrollo nacional o sectorial de los países de la región. Ya sea por el nivel de crecimiento del PIB combinado con emisiones (Chile o Trinidad y Tabago), por una especialización exportadora de las industrias ambientalmente sensibles con uso intensivo de energía (América del Sur) o por estar a gran distancia de los centros consumidores (Cono Sur), algunos países y varios sectores de la región deberán enfrentar un futuro restringido en materia de carbono. A los incentivos puramente nacionales para el cambio se sumarán nuevos requerimientos para el desarrollo económico de los países de América Latina y el Caribe. Así pues, conviene evitar cruzar umbrales de emisión que pongan en movimiento futuras restricciones al carbono.

Los fondos internacionales para la adaptación todavía son escasos y la mayor parte del esfuerzo se financia con recursos nacionales en el corto plazo. La mitigación ofrece pocos incentivos que resultan demasiado puntuales en el actual orden de cosas. El esfuerzo internacional concertado, que hoy es incierto, puede traer consigo mayores recursos para la adaptación. En el caso de la mitigación, este esfuerzo podría provenir de una reforma profunda de los mercados de carbono que incentive la adopción de políticas públicas para un desarrollo con menos emisiones.

Es importante prever que la lucha por alcanzar la seguridad climática exigirá el esfuerzo de más países en desarrollo. Las futuras reglas para acceder a la atmósfera global y a su servicio ambiental como sumidero serán clave para juzgar el tipo de desarrollo actual en términos de intensidad respecto del carbono.

Las negociaciones en los próximos períodos de cumplimiento del Protocolo de Kyoto y los instrumentos que de allí surjan serán cruciales para mitigar el impacto económico de la adaptación, modificar los mercados de carbono y hacerlos más significativos como incentivos para la mitigación, lograr reconocimiento económico al servicio ambiental de la conservación de bosques y asegurar un espacio ambiental adecuado al desarrollo de las economías de la región, acompañado de medidas de eficiencia energética y de reducción del consumo de combustibles fósiles que brinden la comodidad necesaria en ese espacio ambiental.

El reto económico que representa el cambio climático es un llamado de atención a los encargados de tomar las decisiones en el sector económico de los países de América Latina y el Caribe, incluidos los responsables de la infraestructura. Se trata de un reto a largo plazo al que se suman las incertidumbres financieras y las fluctuaciones de los precios internacionales de los alimentos y la energía, cuyos ciclos son más cortos. Las decisiones que hoy se adopten serán de enorme trascendencia en la trayectoria de las emisiones y en las responsabilidades que deban asumir en el futuro los gobiernos y las sociedades.



## I. El cambio climático en la región

En este capítulo se revisa brevemente la información aportada por la comunidad científica sobre las posibles alteraciones que podrían presentarse en América Latina y el Caribe debido a la vulnerabilidad al cambio climático. Se anticipa que sus efectos más importantes se verán en la región intertropical y en las zonas andinas.

### A. Evolución del conocimiento científico y de las negociaciones internacionales

#### RECUADRO I.1 EL CAMBIO CLIMÁTICO

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su Artículo 1, lo define como “el cambio de clima atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, 2007.

En 1827, el matemático francés Jean Baptiste Fourier observó que ciertos gases que componían la atmósfera, en particular el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), retenían el calor en ella. En su opinión este fenómeno era similar al que ocurría en los invernaderos, de manera que para referirse a él utilizó el término *effet de serre* (efecto invernadero). Más tarde, en 1860, el físico irlandés J. Tyndall vinculó la variación de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera a los cambios en el sistema climático. Esto marcó un importante rumbo en las investigaciones sobre el tema, que condujo a que en el año 1896 el físico sueco Svante Arrhenius, nóbel de química 1903, llamara la atención sobre las consecuencias climáticas de la actividad humana, demostrando mediante un cálculo sencillo que, de duplicarse la carga atmosférica de gas carbónico (o dióxido de carbono) en la Tierra debido al desarrollo acelerado de la industria, se produciría un recalentamiento global del orden de los 6°C.

Tuvieron que transcurrir 80 años antes que la comunidad científica reuniera datos suficientes para corroborar estas predicciones y realizara, en ocasión de la primera Conferencia Mundial sobre el Clima celebrada en 1979, en Ginebra, un llamado urgente a la comunidad internacional sobre la necesidad de adoptar drásticas medidas correctivas ante los hechos siguientes: i) la temperatura media del planeta ha venido aumentando aceleradamente; ii) la información disponible indica que ello obedecería a las actividades humanas que liberan en la atmósfera gases de efecto invernadero, principalmente CO<sub>2</sub>, metano y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), y iii) de acuerdo con los modelos utilizados para explicar este incremento de la temperatura, es posible que también se produzcan alteraciones del sistema climático que afectarían considerablemente el bienestar mundial, en un lapso no superior a 100 años.

En respuesta a este llamado, en 1988 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) constituyeron el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). La función de este organismo, abierto a todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas y de la OMM, consiste en analizar en forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos de riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación al mismo. Las evaluaciones del IPCC se basan principalmente en los estudios científicos y técnicos publicados y sometidos a un sistema de revisión por pares.

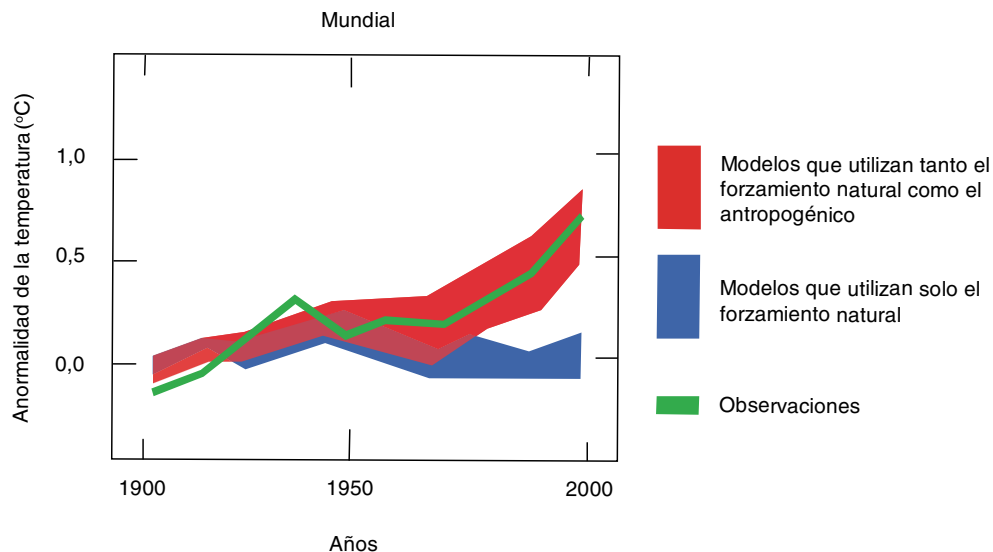
Para realizar esta tarea, el IPCC se ha organizado en tres grupos de trabajo:

- El Grupo de trabajo I evalúa los aspectos científicos del sistema climático, sus manifestaciones y su posible evolución futura.
- El Grupo de trabajo II evalúa la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y naturales al cambio climático, las consecuencias negativas y positivas de dicho cambio y las posibilidades de adaptación al mismo.
- El Grupo de trabajo III evalúa las posibilidades de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y de atenuar los efectos del cambio climático.

Los mensajes centrales del IPCC en cada uno de sus informes no han variado en lo sustantivo: i) en el último siglo se ha registrado un aumento de la temperatura media del planeta que obedecería fundamentalmente a la contribución antropogénica de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y a la disminución de los sumideros naturales, como resultado de la actividad económica global; ii) de continuar este comportamiento, durante el presente siglo la temperatura media mundial se incrementaría a un nivel sin precedentes en la historia geológica terrestre del último millón de años, con graves consecuencia para los ecosistemas, la economía de las naciones y el bienestar de la población, y iii) mientras más se tarde en implementar las medidas correctivas necesarias, mayores serán los costos, pero existe todavía una oportunidad de aplicarlas sin afectar significativamente a la economía mundial (véase el gráfico I.1)

El primer informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 1990) fue determinante en la decisión de la Asamblea General de las Naciones Unidas de iniciar el proceso de negociaciones de la CMNUCC. El segundo (IPCC, 1995) fue el insumo básico de las negociaciones del Protocolo de Kyoto, acordado en 1997. El tercer informe (IPCC, 2001) tuvo un papel significativo en la creación de las condiciones que, finalmente, se tradujeron en la ratificación (aprobación, aceptación o adhesión) del Protocolo de Kyoto y su entrada en vigor en 2005. Por último, el informe más reciente (IPCC, 2007b) fue fundamental para lograr los acuerdos de Bali (2008), sobre todo la decisión de iniciar un proceso de negociaciones para revisar los acuerdos internacionales sobre las acciones requeridas después de 2012.

**GRÁFICO I.1**  
**AUMENTO DE LA TEMPERATURA A NIVEL MUNDIAL**



Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, 2007.

El siguiente cuadro, elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (PNUMA/SEMARNAT, 2007), se muestra el proceso de negociaciones internacionales sobre el calentamiento global iniciado en 1979.

**CUADRO I.1**  
**HECHOS RELEVANTES DEL PROCESO DE NEGOCIACIONES INTERNACIONALES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

Años	Hechos relevantes	Aspectos esenciales
1979	Primera Conferencia Mundial sobre el Clima	Se presentan las primeras pruebas de que las actividades humanas están propiciando un calentamiento global, principalmente debido al volumen de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a que da lugar la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas)
1980	Programa Mundial sobre el Clima	Como resultado de la primera Conferencia Mundial sobre el Clima, durante la década de 1980 el tema del calentamiento global despierta creciente atención
1988	Asamblea General de las Naciones Unidas	La preocupación creciente por el cambio climático conduce a la Asamblea General de las Naciones Unidas a aprobar una resolución sobre “la protección del clima mundial para las generaciones presentes y futuras” de la humanidad (resolución 43/53)
1989	Se constituye el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)	La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crean el IPCC, con el objeto de realizar una evaluación de la información científica disponible sobre el cambio climático, evaluar las consecuencias sociales, económicas y ambientales y formular estrategias de respuesta (mitigación y adaptación)
1990	Primer informe del IPCC	Fundamenta las amenazas potenciales por el cambio climático
1990	Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima (Ginebra, Suiza)	Se acuerda la elaboración de un instrumento internacional orientado a regular la mitigación del cambio climático global y fomentar la cooperación entre los países para reducir las emisiones de GEI, estabilizar sus concentraciones en la atmósfera y desarrollar capacidades de adaptación

Cuadro I.1 (continuación)

Años	Hechos relevantes	Aspectos esenciales
1990	Asamblea General de las Naciones Unidas	La Asamblea General acuerda poner en marcha, oficialmente, un proceso de negociaciones orientado a la creación de una Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC), para lo cual constituye un Comité Intergubernamental de Negociación (CIN)
1992	Proyecto de la Convención Marco sobre el Cambio Climático	Tras cinco períodos de sesiones, celebrados en un lapso de dos años, en mayo de 1992 el CIN aprueba el texto de la Convención
1992	Primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo	Durante esta primera Cumbre para la Tierra, realizada en Río de Janeiro, en junio de 1992, el texto de la Convención se abre a la firma de los jefes de Estado participantes. La suscriben 155 países
1994	Entra en vigor la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	De conformidad con sus disposiciones, la Convención entraría en vigor desde el momento en que al menos 50 de sus signatarios presentaran el instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión. Esto sucedió el 21 de marzo de 1994. Hasta febrero de 2009, según la página web de la CMNUCC, se habían depositado 192 de esos instrumentos
1995	Primera Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 1, Berlín)	En el Artículo 4 de la Convención se dispuso que, en su primer período de sesiones, la Conferencia de las Partes evaluaría si los compromisos adquiridos eran adecuados o no. En la COP 1 se reconoció que estos eran insuficientes para estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera y se acordó el Mandato de Berlín, a fin de poner en marcha el proceso de negociación de un Protocolo que precisara los compromisos cuantitativos ya adquiridos. Para su elaboración, se formó el Grupo Especial del Mandato de Berlín
1996	Segunda Conferencia de las Partes (COP 2, Ginebra)	Se inician las negociaciones del referido Protocolo
1997	Tercera Conferencia de las Partes (COP 3, Kyoto, Japón)	Luego de ocho períodos de sesiones, el Grupo Especial sometió a la consideración de la COP 3 un proyecto de Protocolo con mucho texto preliminar. No obstante, el 11 de diciembre de 1997 el Protocolo de Kyoto fue aprobado por la Conferencia de las Partes
1998	Se abre a la firma el Protocolo de Kyoto	El 16 de marzo de 1998, se abrió el Protocolo a la firma de los Estados Partes. Para su entrada en vigor, se requería que lo ratificaran (aceptaran, aprobaran o adhirieran) no menos de 55 de las Partes en la Convención, entre ellas un número suficiente de países del anexo I cuyas emisiones totales representaran al menos el 55% de las emisiones de dióxido de carbono de dichos países en 1990
1998	Cuarta Conferencia de las Partes (Buenos Aires)	Se aprueba el Plan de acción de Buenos Aires, que define un programa de trabajo para concretar el Protocolo de Kyoto
1999	Quinta Conferencia de las Partes (Bonn)	Se continúa trabajando en la ejecución del Plan de acción de Buenos Aires
2000	Sexta Conferencia de las Partes (La Haya, Parte I)	Se estancan las negociaciones y se reanudan los trabajos en Bonn, en 2001
2001	Sexta Conferencia de las Partes (Bonn, Parte II)	Las negociaciones continúan en Bonn y se logran los Acuerdos de Bonn, base para la negociación de los Acuerdos de Marrakech
2001	Séptima Conferencia de las Partes (Marrakech, Marruecos)	Continúan los trabajos en el marco de los Acuerdos de Bonn, se desarrollan normas para la aplicación del Protocolo y se convienen los Acuerdos de Marrakech
2002	Octava Conferencia de las Partes (COP 8, Nueva Delhi)	Se acuerda la Declaración Ministerial de Delhi sobre el cambio climático y el desarrollo sostenible

Cuadro I.1 (conclusión)

Años	Hechos relevantes	Aspectos esenciales
2003	Novena Conferencia de las Partes (COP 9, Milán)	Se acuerdan criterios de elegibilidad y normas para los proyectos forestales realizados bajo el esquema del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL), limitados a forestación y reforestación
2004	Décima Conferencia de las Partes (COP 10, Buenos Aires)	La Federación de Rusia depositó su instrumento de ratificación del Protocolo de Kyoto el 18 de noviembre de 2004, por lo que su entrada en vigor es ya una realidad
2005	Entrada en vigor del Protocolo de Kyoto, con fecha 16 de febrero	Tras la ratificación de la Federación de Rusia, se cumple la segunda condición para la entrada en vigor del Protocolo, al representar las Partes del anexo I el 61,6% de las emisiones de estos países en 1990
2005	Undécima Conferencia de las Partes en la CMNUCC y primera reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto (COP 11/MOP 1), 28 de noviembre/9 de diciembre	Se aprueba el “paquete” de Acuerdos de Marrakech, haciéndose operativo el Protocolo de Kyoto. Se abren las negociaciones sobre compromisos a partir del año 2012 (“post Kyoto”), sobre la base del Artículo 3, párrafo 9 del Protocolo
2006	Duodécima Conferencia de las Partes en la CMNUCC y segunda reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto (COP 12/MOP 2), 6 al 17 de noviembre	Continúan las discusiones sobre una entidad encargada del mecanismo financiero de la CMNUCC, para la administración del Fondo especial de cambio climático
2007	Décimo tercera Conferencia de las Partes en la CMNUCC (COP 13, Bali, Indonesia), 3 al 15 de diciembre	Las Partes logran consenso respecto del papel humano en el cambio climático, sobre la base del aporte científico del IPCC y los niveles de seguridad deseables, por lo que deciden tomar medidas urgentes para combatirlo y acuerdan el Plan de Acción de Bali

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México (PNUMA/SEMARNAT), *El Cambio climático en América Latina y el Caribe*, México, D.F., 2006.

## 1. Los compromisos adquiridos

El objeto de la Convención ha sido estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida las interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático global. Este nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir la adaptación natural de los ecosistemas al cambio climático, asegurando la producción de alimentos y el desarrollo económico sustentable (CMNUCC, 2007b).

Para llevar a cabo esta misión, la CMNUCC creó instrumentos orientados a reducir los gases de efecto invernadero a nivel global, estableciendo una diferencia entre las responsabilidades de los países industrializados y de aquellos en desarrollo. Los gobiernos signatarios de la Convención adquirieron los siguientes compromisos:

- recoger y compartir información relativa a las emisiones de gases de efecto invernadero, las políticas nacionales y las buenas prácticas;
- diseñar estrategias nacionales para abordar el problema de las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarse a los efectos previstos, incluida la prestación de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo, y
- cooperar en la preparación y adaptación a los efectos del cambio climático.



En 1997, cinco años después de redactarse la CMNUCC, durante la tercera Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 3) realizada en Kyoto (Japón), se acordó un Protocolo en virtud del cual los gobiernos asumieron compromisos vinculantes en materia de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y creación de mecanismos de mercado para facilitar su cumplimiento.

El Protocolo de Kyoto estableció metas individuales de reducción y/o control de las emisiones para los países listados en el anexo I, que son los desarrollados y algunas economías en transición. La suma de compromisos equivalía a reducir alrededor del 5% del total de emisiones registradas en 1990, en el período comprendido desde 2008 a 2012. Los países de América Latina y el Caribe no pertenecen al anexo I.

Entre los mecanismos de mercado del Protocolo de Kyoto se cuentan el comercio de unidades de la cantidad asignada (*assigned amount units*, AAU) de emisiones de carbono entre países superavitarios y deficitarios del anexo I, el intercambio de unidades de reducción de emisiones (*emission reduction units*, ERU) generadas en los proyectos de inversión de un país anexo I en otro, o ejecución conjunta, y la compra por países del anexo I de certificados de reducción de emisiones (CER) originados a partir de proyectos realizados en países en desarrollo y validados según el mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) (CMNUCC, 1997).

## 2. Los escenarios climáticos

La comunidad científica ha desarrollado sofisticadas herramientas de modelación computacional del clima basada en la actividad económica y las emisiones globales conexas de gases de efecto invernadero, a fin de elaborar escenarios ilustrativos (véase el recuadro I.2) que incluyen diferentes supuestos sobre el comportamiento futuro de las fuentes y sumideros.

### RECUADRO I.2 ESCENARIOS DE EMISIONES DEL GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Un escenario de emisiones es la representación del posible desarrollo futuro de las emisiones de sustancias potencialmente activas en la atmósfera —por ejemplo, gases de efecto invernadero y aerosoles— y su relación con un grupo de fuerzas motivadoras tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico y el cambio tecnológico.

En 1992, el IPCC presentó un conjunto de escenarios de emisiones denominados IS92, que fueron utilizados como base para las proyecciones climáticas del segundo informe de evaluación (IPCC, 1995). En el Resumen para responsables de políticas. Escenarios de emisiones. Informe especial del Grupo de trabajo III (IPCC, 2000), se introdujeron nuevos escenarios, llamados IEE, en los cuales se basaron las proyecciones climáticas incluidas en los dos últimos informes (IPCC, 2001 y 2007b). Los autores identificaron seis situaciones ilustrativas: A1B, A2, B1, B2, A1FI y A1T.

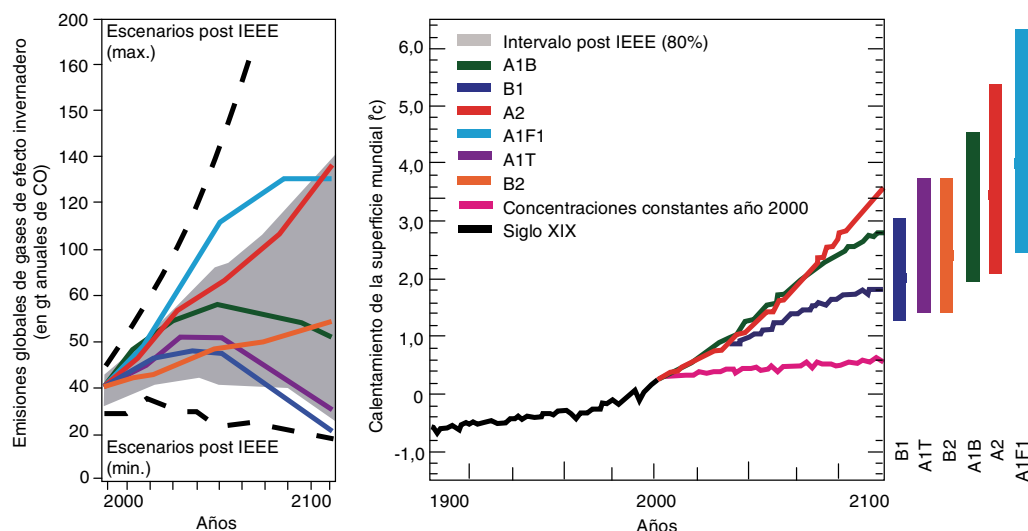
El escenario A1 supone un rápido crecimiento demográfico y económico, unido a la introducción de tecnologías nuevas y más eficientes; el A1FI considera la utilización intensiva de combustibles fósiles; en el A1T predomina la energía de origen no fósil; en el A1B hay una utilización equilibrada de todo tipo de fuentes y el escenario A2 supone un menor dinamismo económico, menos globalización y un crecimiento demográfico alto y sostenido.

Por su parte, los escenarios B1 y B2 incluyen un cierto nivel de mitigación de las emisiones por medio del uso más eficiente de la energía y mejoras tecnológicas (B1) y de soluciones mejor localizadas (B2).

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, 2007.

En el gráfico I.2 se muestran los distintos escenarios del IPCC (véase el recuadro I.3) y los márgenes de temperatura superficial previstos en cada uno de ellos.

**GRÁFICO I.2**  
**ESCENARIOS DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (EN AUSENCIA DE**  
**POLÍTICAS CLIMÁTICAS ADICIONALES) Y PROYECCIONES DE TEMPERATURA**  
**DE LA SUPERFICIE TERRESTRE, 2000 Y 2100**



Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, 2007.

Nota: IEEEE=Informe especial del IPCC sobre escenarios de emisiones.

En el cuadro I.2 se muestran los resultados numéricos de las proyecciones de temperatura para fines de siglo, según los escenarios del IPCC.

**CUADRO I.2**  
**PROYECCIONES DE CALENTAMIENTO DE LA SUPERFICIE TERRESTRE Y AUMENTO**  
**DEL NIVEL DEL MAR A FINES DEL SIGLO XXI**

Caso	Cambios de temperatura (°C en 2090-2099 respecto de 1980-1999) <sup>a</sup>		Aumento del nivel del mar (metros en 2090-2099 respecto de 1980-1999)
	Estimación óptima	Intervalo probable	Intervalo basado en modelos, excluidos los futuros cambios dinámicos rápidos de los flujos del hielo
Concentraciones constantes del año 2000 <sup>b</sup>	0,6	0,3 - 0,9	No disponible
Escenario B1	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
Escenario AIT	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
Escenario B2	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
Escenario A1B	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
Escenario A2	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
Escenario A1F1	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, 2007.

<sup>a</sup> Estas proyecciones se evalúan a partir de una jerarquía de modelos que incluye un modelo de clima simple, varios modelos del sistema terrestre de complejidad intermedia y un gran número de modelos de la circulación general atmósfera-oceano.

<sup>b</sup> La composición constante en valores del año 2000 deriva únicamente de modelos de la circulación general atmósfera-oceano.

Los métodos estadísticos se complementan con la opinión experta de los autores en cuanto al grado de confianza en los resultados y proyecciones. Para esos efectos, el IPCC ha desarrollado una escala que se muestra en el cuadro I.3.

**CUADRO I.3**  
**CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS**

Terminología	Grado de confianza en la exactitud de los resultados
Confianza muy alta	Al menos 9 de 10 probabilidades de ser correctos
Confianza alta	Al menos 8 de 10 probabilidades
Confianza media	Alrededor de 5 entre 10 probabilidades
Confianza baja	Alrededor de 2 entre 10 probabilidades
Confianza muy baja	Menos de 1 entre 10 probabilidades

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, 2007.

Sobre la base de los resultados simulados mediante estos modelos y escenarios para la segunda mitad del presente siglo, en el cuarto informe del IPCC (2007c) se describen los posibles efectos del cambio climático a nivel global en ausencia de medidas de adaptación. Estos se muestran en el cuadro I.4, donde se indica también el grado de confiabilidad de las proyecciones de acuerdo con la escala comentada.

**CUADRO I.4**  
**EJEMPLOS DE LOS EFECTOS MÁS IMPORTANTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO**  
**PREVISTOS A NIVEL GLOBAL, SEGÚN SECTOR**

Fenómenos y orientación de las tendencias <sup>a</sup>	Probabilidad de las tendencias sobre la base de proyecciones del siglo XXI (según escenarios IIEE)	Sector			
		Agricultura, silvicultura, ecosistemas	Recursos hídricos	Salud humana	Industria, asentamientos humanos y sociedad
En la mayoría de las regiones terrestres, días y noches fríos más templados y más escasos, mayor frecuencia de días y noches de calor más cálidos	Prácticamente cierto <sup>b</sup>	Aumento del rendimiento en ambientes más fríos, disminución en entornos más cálidos; aumento de plagas	Efectos en recursos hídricos según la nieve fundida	Reducción de la mortalidad humana por menor exposición al frío	Disminución de la demanda de energía para calefacción, mayor demanda de refrigeración, deterioro de la calidad del aire en las ciudades, reducción de interrupciones del transporte debido a la nieve o al hielo, efectos en el turismo de invierno
Períodos cálidos/oleadas de calor: aumento de la frecuencia en la mayoría de las regiones terrestres	Muy probable	Menor rendimiento en las regiones más cálidas debido al estrés térmico, aumento de los incendios incontrolados	Aumento de la demanda hídrica, problemas de calidad del agua como la floración de algas	Mayor riesgo de mortalidad por efecto del calor, en especial de ancianos, enfermos crónicos, personas muy jóvenes y que viven en aislamiento	Deterioro de la calidad de vida de las personas que habitan en áreas cálidas sin una vivienda adecuada, impactos en los ancianos, los pequeños y los pobres

Cuadro I.4 (conclusión)

Fenómenos y orientación de las tendencias <sup>a</sup>	Probabilidad de las tendencias sobre la base de proyecciones del siglo XXI (según escenarios IEEE)	Sector			
		Agricultura, silvicultura, ecosistemas	Recursos hídricos	Salud humana	Industria, asentamientos humanos y sociedad
Precipitaciones intensas: aumento de la frecuencia en la mayoría de las regiones	Muy probable	Daños a los cultivos, erosión del suelo, imposibilidad de cultivar tierras por saturación hídrica de los suelos	Efectos adversos en la calidad del agua superficial y oceánica, contaminación del suministro de agua, podría aliviarse la escasez de agua	Mayor riesgo de defunciones, lesiones y enfermedades infecciosas, respiratorias y de la piel	Alteración de asentamientos, comercio, sistemas de transporte y sociedades debido a las crecidas; presiones sobre la infraestructura urbana y rural; pérdida de bienes
Aumento de las áreas afectadas por la sequía	Probable	Degradación de la tierra; disminución de los rendimientos, daños e inhabilitación de los cultivos; aumento de la muerte del ganado; mayor riesgo de incendios incontrolados	Estrés hídrico más generalizado	Aumento del riesgo de escasez de alimentos y de agua, mayor riesgo de desnutrición y de enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos	Escasez de agua para asentamientos, industrias y sociedades; reducción del potencial de generación hidroeléctrica; posibles migraciones de la población
Aumento de la actividad ciclónica tropical intensa	Probable	Daños a los cultivos, árboles descuajados por el viento, daños a los arrecifes de coral	Problemas en abastecimiento de agua por interrupciones del suministro eléctrico	Mayor riesgo de defunciones, lesiones y enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos; trastornos provocados por estrés postraumático	Trastornos causados por crecidas y vientos intensos, denegación de seguros en áreas vulnerables por aseguradores privados, posibles migraciones de la población, pérdida de bienes
Mayor incidencia de niveles del mar extremadamente altos (excluidos los tsunamis) <sup>c</sup>	Probable <sup>d</sup>	Salinización del agua de riego, estuarios y sistemas de agua dulce	Menor disponibilidad de agua dulce debido a la intrusión del agua salada	Mayor riesgo de defunciones y de lesiones por ahogamiento a causa de crecidas; efectos de las migraciones en la salud	Costos de la protección costera respecto de costos de reubicación del uso de la tierra; posible desplazamiento de la población y la infraestructura

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra.

Nota: IEEE = Informe especial del IPCC sobre escenarios de emisiones.

<sup>a</sup> Véase el cuadro 3.7 de *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC* para una información más detallada de las definiciones.

<sup>b</sup> Calentamiento de los días y noches más extremos de cada año.

<sup>c</sup> Los valores extremos de elevación del nivel del mar dependen del promedio de este y de los sistemas atmosféricos regionales. Se definen como el 1% más alto de los valores horario de nivel del mar observados en una estación y un período de referencia dados.

<sup>d</sup> En todos los escenarios, el valor proyectado medio de nivel del mar previsto en 2100 supera al del período de referencia (véase Grupo de trabajo I, cuarto informe de evaluación, cuadro 10.6). No se ha evaluado el efecto del cambio de los sistemas atmosféricos regionales en los valores extremos de nivel del mar.

## B. La información histórica sobre los efectos del cambio climático en América Latina y el Caribe

En América Latina y el Caribe, la información sobre los cambios climáticos sobre la base de series prolongadas de tiempo es limitada. En general, los estudios y análisis históricos ofrecen datos sobre las variaciones de las precipitaciones y la temperatura, el aumento de los fenómenos meteorológicos extremos, el incremento del nivel del mar y la reducción de las reservas de agua de los glaciares<sup>1</sup>. El cuadro I.5 muestra algunos ejemplos de las repercusiones observadas durante los últimos años en diferentes sistemas.

**CUADRO I.5**  
**EJEMPLOS DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO OBSERVADOS**  
**EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

Sector/área			
Agricultura, silvicultura, ecosistemas	Recursos hídricos	Salud humana	Asentamientos humanos, industria e infraestructura
Aumento de fenómenos meteorológicos extremos en los últimos 40 años en toda la región, como por ejemplo, episodios ENOS <sup>a</sup> (1982-1983 y 1997-1998) y llegada del huracán Catarina al Brasil (2004), suceso nunca antes visto en la zona			
Incremento de la temperatura (América del Sur y el Caribe)	Disminución de precipitaciones (sur de Chile, sureste de la Argentina y sur del Perú)	Aumento de enfermedades como el dengue y la malaria (diversas regiones)	Pérdidas económicas a causa de fenómenos meteorológicos extremos (80.000 millones de dólares en 1970-2007)
Modificación de la productividad del suelo (mayor rendimiento de los cultivos de soja en América del Sur, menor en el caso del maíz en México y Centroamérica)	Aumento de las precipitaciones (sur del Brasil, el Paraguay, el Uruguay, noreste de la Argentina y noreste del Perú y el Ecuador)	Incremento de los índices de morbilidad y mortalidad (Estado Plurinacional de Bolivia)	Mayor vulnerabilidad de asentamientos humanos afectados por fenómenos meteorológicos extremos (Estado Plurinacional de Bolivia, el Perú, México)
Aumento del proceso de degradación por cambio de uso del suelo (todos los países)	Elevación del nivel del mar (2-3 mm en la Argentina en los últimos años)		Migración de personas que habitan en regiones vulnerables desde el medio rural al urbano (México y Centroamérica)
Incremento del porcentaje de desertificación (deforestación en Centroamérica)	Disminución del balance de masa glaciar (Estado Plurinacional de Bolivia, el Perú, el Ecuador y Colombia)		
Reducción de la capa forestal (en la Amazonia, disminuyó 17,2 millones de ha en el período 1970-2007)			
Aumento del número de especies en peligro en México y el Perú (4%), el Ecuador (hasta el 10%), Colombia (11%) y el Brasil (3%)			

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2007 y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *GEO América Latina y el Caribe: perspectivas del medio ambiente*, 2003, México, D.F., 2003.

<sup>a</sup> El fenómeno de El Niño es una corriente cálida que fluye periódicamente a lo largo de las costas del Ecuador y el Perú, vinculada a una variación de las pautas de presión intertropical en la superficie marina y de circulación en los océanos Pacífico e Índico llamada El Niño, Oscilación Sur (ENOS). Cuando este se produce, se debilitan los vientos imperantes y se refuerza la contracorriente desde el Ecuador, provocando que las aguas cálidas superficiales de la zona de Indonesia fluyan hacia el Este y cubran las aguas frías de las corrientes del Perú. El Niño afecta significativamente los vientos, la temperatura de la superficie marina y las pautas de precipitación del Pacífico tropical. Sus efectos climáticos se perciben en toda la región del Pacífico y en muchas otras partes del mundo. El fenómeno opuesto se llama La Niña (IPCC, 2001).

<sup>1</sup> Para mayores referencias sobre los estudios de observación realizados en la región, véanse Magrin y otros (2007) y las comunicaciones nacionales presentadas por los países a la CMNUCC.

Los países de América Latina y el Caribe han entregado al menos la primera comunicación nacional relacionada con las emisiones de gases de efecto invernadero a la CMNUCC<sup>2</sup>. Este documento contiene estudios sobre la vulnerabilidad climática nacional y los posibles efectos futuros según sus propios modelos y escenarios de emisiones, por lo que resulta difícil establecer una comparación entre ellos<sup>3</sup>. La principal diferencia de estos análisis respecto de los estudios a escala regional es la mayor exactitud de los primeros; sin embargo, cabe destacar que ambos tipos de resultados no son contradictorios entre sí.

Gracias al apoyo de instituciones científicas y académicas, algunos países de la región han desarrollado nuevos estudios de escenarios climáticos sobre la base de modelos más elaborados que les han permitido aumentar el grado de precisión de sus proyecciones iniciales. Tal es el caso de la Argentina y Chile, que planean incluir estas observaciones en su segunda comunicación nacional.

También en el Brasil, México y Centroamérica (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana) se están analizando los escenarios climáticos a fin de conocer más detalladamente su vulnerabilidad en esta materia.

Utilizando un computador de tecnología japonesa llamado simulador global (*earth simulator*) y con una resolución de 20 km x 20 km, el Banco Mundial realizó un estudio de los escenarios climáticos en México, Colombia y la región de los Andes en el Perú y el Ecuador. Los resultados de este trabajo permitieron determinar más claramente la vulnerabilidad de los territorios pertinentes. En México, este aporte ha servido para promover el desarrollo de otras investigaciones con modelos regionales. En Colombia, las conclusiones se incluirán en la segunda comunicación nacional a la CMNUCC y apoyarán las estrategias de adaptación en las regiones montañosas y las zonas costeras. Para la región andina, los resultados ofrecen una información más específica sobre los efectos del cambio climático en los glaciares, lo que permitirá identificar y formular las medidas de adaptación correspondientes (Vergara, 2007).

Sin embargo, hay información histórica más detallada sobre los efectos de las variaciones climáticas en el sector agrícola. Por ejemplo, se sabe que el aumento de las precipitaciones en el período 1960-2000 se tradujo en un incremento de la productividad de los cultivos de maíz en el sur del Brasil (12%), el Uruguay (49%), la pampa húmeda argentina (26%) y la pampa semiárida argentina (41%), así como un mayor rendimiento de las praderas en el Uruguay (7%). Por otra parte, a causa del alza de las temperaturas se redujo la productividad de los sembrados de trigo en el sur del Brasil (6%) y la pampa húmeda de la Argentina (3%), pero aumentó en el Uruguay (3%) y en la pampa semiárida argentina (24%) (Magrin y otros, 2007).

---

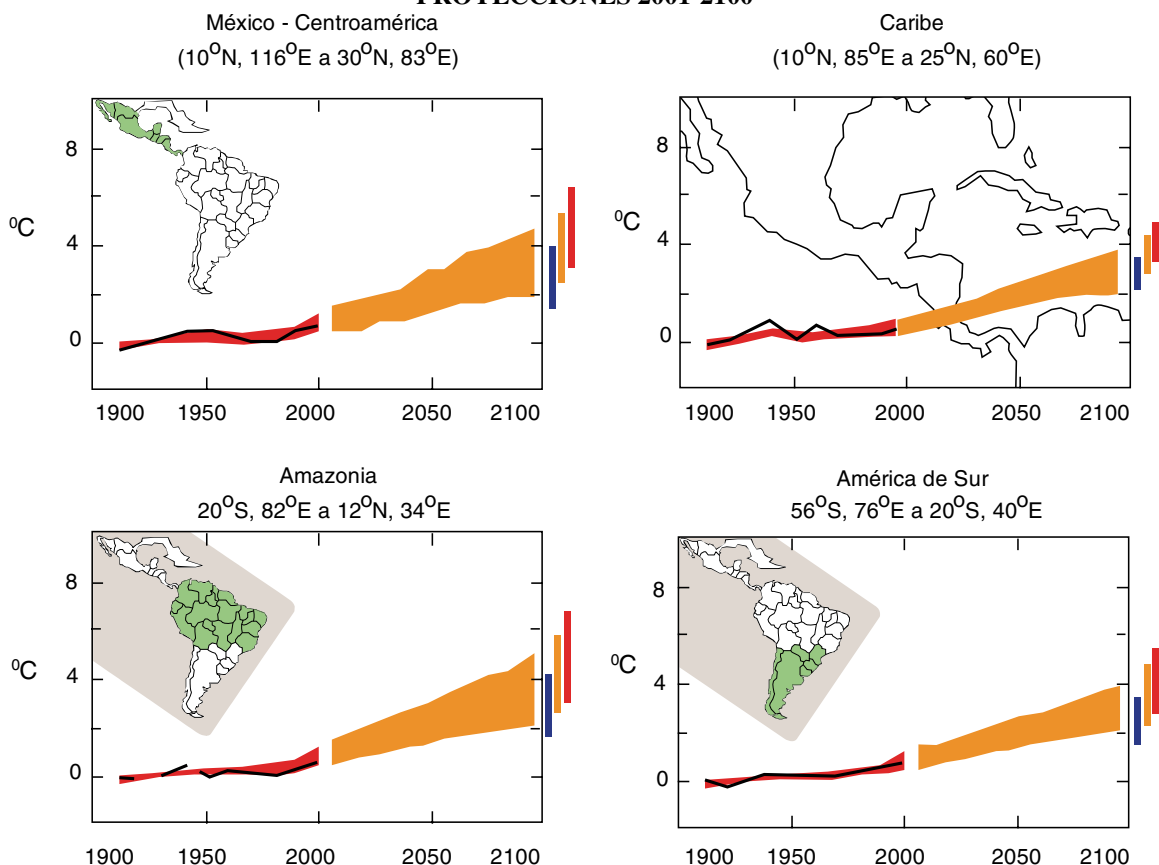
<sup>2</sup> Al 13 de octubre de 2008, los países de la región que han presentado más de una comunicación nacional a la CMNUCC son los siguientes: Argentina (dos), México (tres) y Uruguay (dos).

<sup>3</sup> Las Partes en la CMNUCC acordaron presentar informes nacionales sobre su implementación durante las Conferencias de las Partes (COP). Los requisitos y plazos de entrega de estos documentos para la región son diferentes, atendiendo al principio de "responsabilidades diferenciadas" de la Convención, ya que los países no forman parte del anexo I. Los principales elementos de la comunicación nacional de todos los países son el inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero y de las medidas aplicadas para reducirlas. Además, se considera incluir detalles sobre las circunstancias nacionales, el análisis de la vulnerabilidad (que se basa generalmente en los resultados de la modelación climática), los recursos financieros y la transferencia de tecnología, así como la educación, capacitación y conciencia pública sobre el cambio climático (CMNUCC, 2007b).

## C. Los efectos físicos previstos

En el gráfico I.3 se ilustran los cambios de temperatura registrados en cuatro subregiones de América Latina y el Caribe durante el período 1906-2005, así como las proyecciones del presente siglo de acuerdo con algunos de los escenarios utilizados por el IPCC.

**GRÁFICO I.3**  
**ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA EN EL REGISTRO HISTÓRICO 1901-2005 Y**  
**PROYECCIONES 2001-2100**



Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press, 2007.

Nota: Las observaciones de la temperatura en el período 1906-2000 están representadas por la línea de color negro y su simulación, por la franja de color rojo del fondo. Con resultados simulados mediante modelos climáticos que incluyen forzamientos naturales y antropogénicos, se obtuvieron los resultados para el escenario A1 PAR 2001-2100, que corresponden a la franja más gruesa de color naranja. Las tres líneas de color al final del mapa representan el intervalo de los cambios proyectados de 2091 a 2100 en los escenarios B1 (azul), A1B (naranja) y A2 (roja). La línea punteada de color negro indica las observaciones que presentan menos del 50% del área señalada en la década correspondiente.

En los cuadros I.6 y I.7 se aprecia el detalle numérico de las proyecciones del gráfico I.4. Las cifras muestran el incremento previsto de la temperatura y del patrón de precipitaciones en la región de la Amazonia, tanto en la estación seca como en la húmeda. Por otra parte, revelan que en el Caribe se registrará una variación considerable del nivel de lluvias, en rangos que van desde una disminución del 14,2% hasta un aumento del 13,7% en los próximos 20 años.

**CUADRO I.6**  
**MESOAMÉRICA, AMAZONIA Y AMÉRICA DEL SUR: PROYECCIONES**  
**DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES**

Época del año		2020	2050	2080
<b>Cambios de la temperatura (°C)</b>				
Mesoamérica	Estación seca	+0,4 a +1,1	+1,1 a +3,0	+1,0 a +5,0
	Estación húmeda	+0,5 a +1,7	+1,0 a +4,0	+1,3 a +6,6
Amazonia	Estación seca	+0,7 a +1,8	+1,0 a +4,0	+1,8 a +7,5
	Estación húmeda	+0,5 a +1,5	+1,0 a +4,0	+1,6 a +6,0
América del Sur	Invierno (JJA)	+0,6 a +1,1	+1,0 a +2,9	+1,8 a +4,5
	Verano (DEF)	+0,8 a +1,2	+1,0 a +3,0	+1,8 a +4,5
<b>Cambios del nivel de precipitaciones (porcentajes)</b>				
Mesoamérica	Estación seca	-7 a +7	-12 a +5	-20 a +8
	Estación húmeda	-10 a +4	-15 a +3	-30 a +5
Amazonia	Estación seca	-10 a +4	-20 a +10	-40 a +10
	Estación húmeda	-3 a +6	-5 a +10	-10 a +10
América del Sur	Invierno (JJA)	-5 a +3	-12 a +10	-12 a +12
	Verano (DEF)	-3 a +5	-5 a +10	-10 a +10

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.

Nota: DEF=diciembre, enero y febrero; JJA=junio, julio y agosto.

**CUADRO I.7**  
**CARIBE: PROYECCIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES**  
**RESPECTO DEL PERÍODO 1961-1990**

	2010-2039	2040-2069	2070-2099
<b>Cambios de la temperatura (°C)</b>			
Caribe	+0,48 a +1,06	+0,79 a +2,45	+0,94 a +4,18
<b>Cambios del nivel de precipitaciones (porcentajes)</b>			
Caribe	-14,2 a +13,7	-36,3 a +34,2	-49,3 a +28,9

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.

Nota: Resultados simulados mediante modelos de circulación general y sobre la base de los escenarios de emisiones del Informe especial del IPCC (IEEE).

Las proyecciones sobre el incremento del nivel del mar del último informe del IPCC indican que a fines de siglo este se elevaría entre 0,18 y 0,58 metros. Sin embargo, algunos autores han estimado valores notablemente superiores, considerando que el deshielo de los glaciares de Groenlandia y la Antártica podría ser mucho mayor que lo previsto, como el mismo IPCC lo reconoce, y que es posible que ello ocurra en el próximo siglo.

En el área sudoriental de América del Sur, el nivel medio del mar se elevó entre 1 y 2-3 mm anuales durante los últimos 10 a 20 años. Se prevé que en el futuro este fenómeno provocará efectos adversos en los siguientes ámbitos: i) zonas costeras bajas (El Salvador, Guyana y costa de la provincia de Buenos Aires), ii) edificios y turismo (México y Uruguay), iii) morfología costera (Perú), iv) manglares (el Brasil, Ecuador, Colombia y la República Bolivariana de Venezuela) y v) disponibilidad de agua potable en la costa del Pacífico de Costa Rica y el Ecuador y en el estuario del Río de la Plata. También es muy probable que el aumento del nivel del mar afecte a los arrecifes de coral mesoamericanos (México, Belice y Panamá) (véase el cuadro I.8).



**CUADRO I.8**  
**AMÉRICA LATINA: FUTUROS EFECTOS DE LA VULNERABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICOS EN LOS SISTEMAS COSTEROS Y HUMANOS**

País/región	Escenarios climáticos	Efectos/costos (población, infraestructura, ecosistemas, sectores)
América Latina	HADC 3, IEEE B2, B1, A2, A1F1; ANM (Nicholls, 2004)	Suponiendo un crecimiento uniforme de la población, sin mayor intensidad de las tormentas y sin respuesta a las medidas de adaptación (protección constante), en 2080 el promedio anual de víctimas de las inundaciones costeras probablemente oscilará entre uno y tres millones de personas en los escenarios B y A, respectivamente. Si mejoran las defensas costeras debido al mejoramiento de las medidas de adaptación, el número de afectados podría alcanzar un millón de personas en el peor escenario (A1F1). Si al mejorar las defensas costeras se toma en cuenta la elevación del nivel del mar (adaptación realizada), no habría víctimas (Warren y otros, 2006). Es probable que la población en riesgo de las planicies costeras inundables aumente de 9 millones de personas en 1990 a 16 millones (B1) o 36 millones (A2) en 2080.
Costas bajo el nivel del mar del Brasil, Colombia, el Ecuador, El Salvador, Guyana y en la República Bolivariana de Venezuela	IEEE A2, 38-104 cm	En los ambientes más expuestos y marginales, los manglares podrían desaparecer y, al mismo tiempo, darse un mayor desarrollo en los ambientes de alta sedimentación en pleamar y cuencas fluviales inundables. La producción de camarones se verá afectada, con la consiguiente caída del PIB.
El Salvador	ANM de 13-110 cm	Pérdida de tierras que alcanzaría entre un 10% y un 27,6% de la superficie total de la zona costera (141 a 400,7 km <sup>2</sup> ) (Gobierno de El Salvador, 2000).
Guyana	ANM de 100 cm, proyectado mediante MCG	Más del 90% de la población y las actividades económicas más importantes están ubicadas en zonas costeras que, según se prevé, retrocederán hasta 2,5 km (Gobierno de Guyana, 2002).
Arrecifes de coral mesoamericanos y manglares del golfo de México	SST 1°-3°C más cálidas en 2080 según los escenarios IEEE	Se prevé que el alza de la temperatura marina afectará los arrecifes de coral y los manglares, menoscabando así la conservación de numerosas especies en peligro tales como las tortugas verdes, las tortugas pico de cuervo y de cabeza grande (usualmente quelonios carnívoros), el manatí de las Indias Occidentales y las especies de cocodrilo americano y de Motelet (Cahoon and Hensel, 2002).
Costa Rica, costa de Punta Arenas	ANM de 0,3 a 1,0 m	El mar podría avanzar de 150 a 500 m en zonas urbanas (Gobierno de Costa Rica, 2000).
Ecuador (sistema de Guayas, zonas conexas y ciudad de Guayaquil)	Sin cambio LAN 0, moderado LAN 1 y cambios severos LAN 2, con y sin desarrollo económico	Pérdidas por un valor de 1,3 billones de dólares en materia de cultivo de camarones, manglares, áreas urbanas y de recreación, suministro de agua potable; en cuanto a los cultivos de banano, arroz y caña de azúcar, ellas ascenderían a 1,04 billones. La población evacuada y en riesgo aumentaría a 327.000 y 200.000 personas, respectivamente. Se calcula que un 44% de los actuales 1.214 km <sup>2</sup> de manglares se verá afectado por el escenario LAN 2 (Gobierno del Ecuador, 2000).
Perú	Intensificación de los fenómenos ENOS y aumento de la SST, posible ANM	Los ecosistemas marinos y la pesca se verán afectados por el aumento del estrés provocado por los vientos, la hipoxia y la profundización de la termoclina, es decir, la reducción de las áreas de desove y la pesca de anchoas. La inundación de la infraestructura, viviendas y pesquerías provocará daños valuados en 168,3 millones de dólares. Las pérdidas globales de las ocho zonas costeras del Perú alcanzarían los 1.000 millones de dólares (Gobierno del Perú, 2001).

Cuadro I.8 (conclusión)

País/región	Escenarios climáticos	Efectos/costos (población, infraestructura, ecosistemas, sectores)
Colombia	ANM de 1,0 m	Inundación permanente de 4.900 km <sup>2</sup> de zonas costeras bajas, lo cual afectará a cerca de 1,4 millones de personas; el 29% de los hogares sería muy vulnerable; el sector agrícola se expondría a los efectos de las inundaciones (por ejemplo, se perderían 7,2 millones de ha de cultivos y praderas); el 44,8% de las rutas costeras sería altamente vulnerable (Gobierno de Colombia, 2001).
Argentina (ciudad de Buenos Aires)	Oleadas de tormenta y ANM 2070-2080	Las zonas muy bajas donde es probable que se produzcan inundaciones permanentes, actualmente están poco pobladas. La vulnerabilidad obedece sobre todo a la posible exposición a oleadas extremas. La erosión rápida, con la consiguiente retracción de las costas, dependerá de las características geológicas del área. Debido a las medidas de adaptación existentes ante las actuales condiciones de oleadas de tormenta, los efectos sociales de futuras inundaciones permanentes serían relativamente poco significativos.
Áreas costeras de la Argentina y el Uruguay (oeste de Montevideo), provincias de Buenos Aires y Río Negro	ANM, variabilidad climática, ENOS, oleadas de tormenta (“sudestadas”)	Además de la subsidencia de las costas, hay factores como las “sudestadas” (vientos muy fuertes del sudeste en las costas de Río de la Plata) y el caudal de agua dulce (que con frecuencia está relacionado con El Niño) que contribuiría a acelerar la elevación del nivel del mar. Esto provocaría diversos efectos ambientales y sociales en las costas de la Argentina y el Uruguay en las próximas décadas, tales como erosión costera e inundaciones. Las zonas más bajas (pantanos y playas de arena de abundante biodiversidad) serán muy vulnerables al aumento del nivel del mar y a las oleadas de tormenta. La pérdida de tierras afectaría en forma significativa a la industria turística, que representa el 3,8% del PIB del Uruguay.

Fuente: G. Magrin y C.O. Canziani, *Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y potencial de la vulnerabilidad en América Latina y el Caribe*, Lima, 2007.

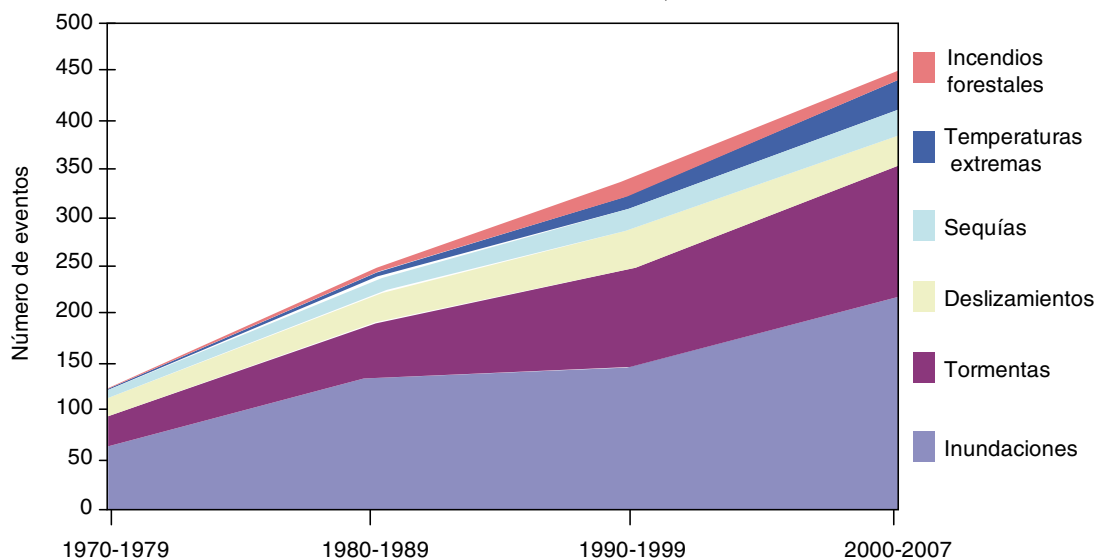
Nota: ANM = aumento del nivel del mar; ENOS = El Niño Oscilación Sur; IEEEE = Informe especial del IPCC sobre escenarios de emisiones; MCG = modelo de circulación general; SST = temperaturas de la superficie marina.

## D. La vulnerabilidad al cambio climático

Debido a sus características geográficas y topográficas, América Latina y el Caribe son marcadamente vulnerables al cambio climático<sup>4</sup>. El aumento de los eventos meteorológicos extremos ha provocado que en los últimos años (véase el gráfico I.4) las inundaciones, sequías y deslizamientos se hayan incrementado 2,4 veces en comparación con los períodos 1970-1999 y 2000-2005 (IPCC, 2007). Muchos de ellos han obedecido al fenómeno ENOS, que a su vez puede estar influido por el cambio global.

<sup>4</sup> La vulnerabilidad es la “capacidad de gestionar los riesgos climáticos sin sufrir pérdidas del bienestar potencialmente irreversibles a largo plazo”. Vinculada a un alto nivel de riesgo (“exposición a peligros externos sobre los cuales las personas tienen escaso control”), ella revela el grado de desarrollo de una determinada zona o región, es decir, la capacidad efímera que tendrán los pobres de afrontar los desastres ocasionados por las variaciones climáticas (PNUD, 2007).

**GRÁFICO I.4**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: FRECUENCIA DE FENÓMENOS**  
**HIDROMETEOROLÓGICOS, 1970-2007**



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de “EM-DAT: Emergency Events Database” [base de datos en línea] <http://www.em-dat.net>.

Además de las numerosas pérdidas en materia de vidas humanas, cuando ocurre algún fenómeno meteorológico extremo se gasta un monto considerable de recursos del erario público en tareas de reparación. A modo de ejemplo, de acuerdo con la evaluación económica del 19% de los eventos de este tipo acaecidos en América Latina y el Caribe de 2000 a 2005, ellos representaron pérdidas por un total de 20.000 millones de dólares (Nagy y otros, 2006). En el período comprendido entre 1970 y mediados de 2008, la suma de los daños económicos provocados por los fenómenos de origen hidrometeorológico alcanzó alrededor de 80.000 millones de dólares (véase el cuadro I.9).

**CUADRO I.9**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PÉRDIDAS ACUMULADAS POR CONCEPTO DE**  
**FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS, 1970-2008**

Tipo de fenómeno	Pérdidas (en millones de dólares)
Tormenta	42 374
Inundación	26 358
Sequía	8 698
Deslizamiento	2 006
Temperaturas extremas	1 179
Incendio forestal	817
Total	81 435

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de “EM-DAT: Emergency Events Database” [base de datos en línea] <http://www.em-dat.net>.

Nota: Cifras calculadas a partir de los daños económicos provocados por los eventos hidrometeorológicos ocurridos en Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estado Plurinacional de Bolivia, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Bolivariana de Venezuela, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Suriname, Trinidad y Tabago y Uruguay.

América Latina y el Caribe es un importante sumidero de carbono: se calcula que posee entre un 18% y un 26% del total mundial de carbono de los ecosistemas boscosos, un 11% del contenido en los pastizales y un 17% del correspondiente a los ecosistemas agrícolas. Sin embargo, a causa de la inadecuada gestión histórica de estos recursos naturales, se los ha sometido a una constante degradación.

En el período 1990-2000 la superficie cubierta por bosques de la región se redujo, principalmente debido a la utilización de tierras forestales para otros usos —expansión de las tierras agrícolas, ganaderas y urbanas; construcción de caminos e infraestructura; explotación minera— y en menor medida, aunque con gran incidencia en determinadas zonas, a la explotación maderera —leña para combustible, leña de uso industrial y explotación intensiva de algunas especies. La deforestación tiene efectos indirectos importantes tales como la disminución del volumen y calidad de los recursos hídricos, el incremento de la erosión del suelo, la reducción de la diversidad biológica y el menoscabo de algunos servicios como la retención de carbono en la biomasa. Otra causa importante de la pérdida de bosques son los incendios forestales, muchos de los cuales tienen un origen antropogénico.

Por otra parte, la región presenta zonas de elevado nivel de estrés hídrico como consecuencia de la concentración de la población en territorios donde el agua no es abundante, la expansión de la agricultura, el crecimiento demográfico, la urbanización, el crecimiento industrial y la reducción de la disponibilidad de agua subterránea debido a la impermeabilización de las zonas de captación provocada por la infraestructura urbana y la deforestación.

Los ecosistemas de las áreas costeras y marinas se encuentran sometidos a crecientes presiones causadas por la contaminación y la degradación. La acentuada extinción de las especies animales y variedades vegetales es otro problema ambiental de América Latina y el Caribe que, a su vez, conduce a la pérdida de diversidad genética.

Además de estas características de vulnerabilidad ambiental, es preciso tener en cuenta lo que indican los análisis socioeconómicos más recientes, de acuerdo con los cuales un porcentaje importante de la población se encuentra en condiciones de pobreza extrema (CEPAL, 2008b) y predomina una frágil gestión ambiental (PNUMA, 2007).

## E. Resumen

- Los aportes científicos del IPCC han permitido que la comunidad internacional haya reconocido que el cambio climático es un problema de origen antropogénico.
- El nivel del mar tardará en reflejar los efectos del deshielo continental y la expansión térmica, que se apreciarán plenamente después de 2100.
- De acuerdo con la información histórica disponible sobre la alteración de los sistemas naturales, los efectos del cambio climático en América Latina y el Caribe han sido significativos. Las proyecciones indican que en 2020 serían leves, pero que se incrementarían después de 2050 y que incluso podrían ser mayores con un aumento de tan solo 1,5° a 2°C de la temperatura actual.
- Se prevé que el incremento más significativo de la temperatura y las precipitaciones ocurriría en la región del Amazonas, tanto en la estación seca como en la húmeda. En el Caribe, se registraría una marcada variación del nivel de lluvias, en intervalos que van desde una disminución del 14,2% hasta un aumento del 13,7% en los próximos 20 años.
- La situación antes descrita es preocupante, ya que la región tiene limitada experiencia en materia de gestión de recursos naturales y territorio, así como debilidades institucionales, lo que dificultará aún más afrontar los efectos del cambio climático.
- Pese a que la información disponible adolece de algún grado de incerteza sobre la base de los estudios existentes ya pueden tomarse algunas medidas para evitar que los efectos del cambio climático sean mayores en el futuro.



## II. Los efectos del cambio climático a nivel sectorial

Una importante tarea pendiente en la mayoría de los países es incrementar su conocimiento de los efectos económicos del cambio climático en cada uno de los sectores. Por este motivo, el presente capítulo se basa principalmente en la información secundaria del cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, sobre todo los capítulos de América Latina (Magrin y otros, 2007), los pequeños Estados insulares (Mimura y otros, 2007), la producción de alimentos, fibras y productos forestales (Easterling y otros, 2007) y el de industria, asentamientos y sociedad (Wilbanke y otros, 2007). A partir de su revisión y de información propia, se presenta un resumen de los principales efectos económicos del cambio climático previstos en América Latina y el Caribe. Como se observará en los análisis por sector, uno de los elementos transversales es el estrés hídrico.

### A. El sector primario

Para determinar cuáles son las perturbaciones de origen climático que podrían afectar al sector primario, es necesario examinar primero la importancia que tiene en la economía.

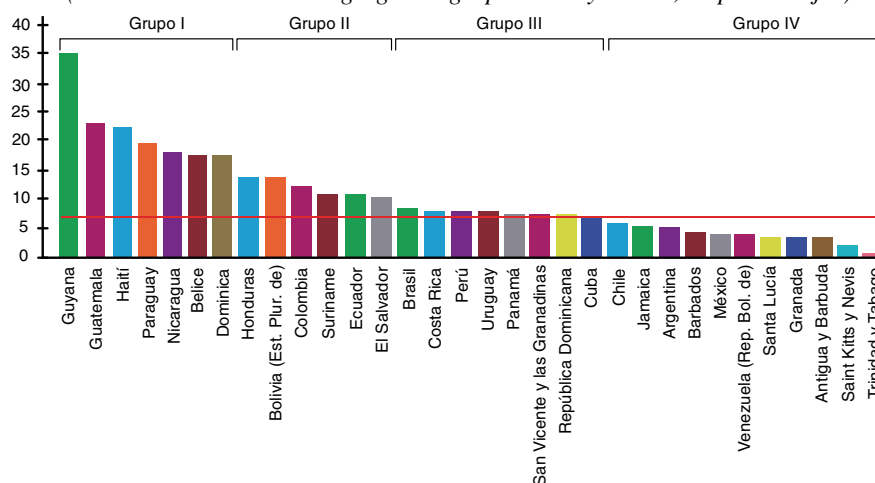
Desde el año 2005, la contribución de la agricultura a la economía de la región en su conjunto —según la proporción de valor agregado agropecuario en el PIB— se ha estabilizado en torno al 6,3%. Sin embargo, hay grandes disparidades entre los países, que van desde menos del 1% en Trinidad y Tabago hasta casi el 35% en Guyana.

Como se aprecia en el gráfico II.1, los países de la región pueden agruparse en cuatro categorías, de acuerdo con la importancia del sector agrícola. En el primer grupo, la participación de la agricultura en el PIB varía entre un 34,1% y un 17,2%; en el segundo, del 13,6% al 9,4%, y en el tercero, del 13,5% al 6,9%. Por último, en los países de la cuarta categoría el aporte alcanza entre un 6,4% y un 0,7% del PIB.

La contribución del sector agropecuario a las exportaciones totales supera la que hace al PIB y alcanza más del 20% en casi todos los países, excepto en los que son exportadores de petróleo (México, la República Bolivariana de Venezuela y Trinidad y Tabago) y de minerales (Chile y el Perú) y en algunos pequeños Estados insulares del Caribe. Por lo tanto, el sector agropecuario representa una fuente importante de divisas.

**GRÁFICO II.1**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (32 PAÍSES): CONTRIBUCIÓN DE LA**  
**AGRICULTURA AL CRECIMIENTO, 2005**

(Relación entre el valor agregado agropecuario y el PIB, en porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Indicadores para el seguimiento de la agricultura y la vida rural, Plan Agro 2000-2015 (actualización 2007)”, *documentos de proyecto*, N° 157 (LC/W.157), Santiago de Chile, 2007.

Durante los últimos años, la agricultura ha mostrado un gran dinamismo. La tasa de crecimiento del valor agregado agrícola regional supera a la del PIB —un 3,2% en comparación con el 3,0% del período 2000-2005—, lo cual obedece principalmente a la marcada expansión de algunas actividades orientadas a los mercados externos y a los segmentos de mayor ingreso de los mercados internos. Tal es el caso de la ganadería vacuna, la soja, la caña de azúcar para el consumo humano y en forma creciente para la producción de biocombustibles y, en un segundo plano, de las frutas de zonas templadas y tropicales.

La agricultura ocupa un lugar destacado en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe debido a su contribución al PIB, al empleo, a las exportaciones y al dinamismo de la economía en general. Además, el sector agrícola continúa desempeñando un rol fundamental en la producción de alimentos para el consumo interno y en la seguridad alimentaria de la población, especialmente en los países de más bajos ingresos. A causa de estos factores, así como de la dependencia de las actividades agropecuarias respecto del clima, este sector es uno de los más sensibles al cambio climático.

## 1. Los efectos en general

Los principales estudios sobre los efectos del cambio climático en la agricultura<sup>1</sup>, sea observaciones históricas (véase el capítulo I, sección B) o modelación de escenarios, coinciden en señalar que ellos serán asimétricos y negativos en la mayoría de los países.

Existe certeza de que el incremento de las temperaturas medias favorecerá los rendimientos en ambientes fríos (por ejemplo, regiones templadas) y contribuirá a reducirlos en ambientes cálidos (regiones tropicales).

<sup>1</sup> El cambio climático podría afectar las variables conexas relevantes para este sector económico (por ejemplo, la temperatura, las precipitaciones, la radiación solar y las concentraciones de dióxido de carbono) de manera tal que resultara difícil establecer sus efectos netos en el rendimiento de los cultivos. Asimismo, es preciso tener en cuenta que en las actividades agrícolas cuesta aislar la influencia del clima respecto de otros factores como las prácticas de gestión, los cambios tecnológicos, la dinámica de los precios y del mercado y las políticas públicas que las afectan (por ejemplo, los subsidios). Es por ello que en los informes del IPCC se reconoce que es preciso continuar estudiando los efectos del cambio climático en algunos sectores como la agricultura y la silvicultura para demostrar las relaciones de causa y efecto.

De acuerdo con las observaciones sobre América Latina y el Caribe recopiladas en el cuarto Informe de evaluación del IPCC, se anticipa que en las zonas templadas (por ejemplo, el sudeste de América del Sur) aumentará el rendimiento de algunos cultivos, especialmente la soja y el trigo y, en menor medida, el maíz. También se prevé que debido al incremento del estrés térmico y a la mayor sequía del suelo, la productividad de las regiones tropicales y subtropicales —en que los cultivos se encuentran actualmente cerca de la cota máxima de tolerancia al calor— se reducirá a un tercio de los niveles reinantes. Por otra parte, es posible que en las zonas secas (centro y norte de Chile, costa peruana, nordeste del Brasil) aumente la salinización y la desertificación de las tierras agrícolas.

**RECUADRO II.1**  
**ALGUNOS EFECTOS IMPORTANTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA**  
**AGRICULTURA, LA SILVICULTURA Y LOS ECOSISTEMAS, SEGÚN**  
**ORIGEN Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

Como resultado de las siguientes alteraciones climáticas	Podría afirmarse que es...	Que se produzcan los siguientes efectos
Días y noches más cálidos y menos fríos y mayor frecuencia de días y noches calurosos en la mayoría de las regiones terrestres	Prácticamente cierto	Aumento del rendimiento en ambientes más fríos, disminución en los medios más cálidos y aumento de las plagas de insectos
Mayor frecuencia de períodos/oleadas de calor en la mayoría de las regiones terrestres	Muy probable	Reducción del rendimiento en las regiones más cálidas debido al estrés térmico y aumento de los incendios incontrolados
Mayor frecuencia de precipitaciones intensas en la mayoría de las regiones terrestres	Muy probable	Daños a los cultivos, erosión del suelo, imposibilidad de cultivar tierras por saturación hídrica de los suelos
Aumento de las zonas afectadas por la sequía	Probable	Degradación de la tierra, menor rendimiento, daños e inhabilitación de los cultivos, aumento de la muerte del ganado y mayor riesgo de incendios incontrolados
Aumento de la actividad ciclónica tropical intensa	Probable	Daños a los cultivos, árboles descuajados por el viento y daños a los arrecifes de coral
Aumento de la incidencia de niveles del mar extremadamente altos (excluidos los tsunamis)	Probable	Salinización del agua de riego, estuarios y sistemas de agua dulce

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Cambio climático 2007: impactos y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al cuarto informe de evaluación del IPCC. Resumen para responsables de políticas*, M.L. Parry y otros (eds.), Cambridge University Press, 2007.

Pese a que los cereales constituyen la base alimentaria de una parte importante de la población mundial, son pocos los trabajos que se han realizado sobre el tema. A continuación se presentan las principales conclusiones de algunos de los estudios relacionados con el cambio climático y el sector agropecuario de la región.

De acuerdo con un trabajo sobre la producción de maíz en un régimen climático cambiante (Jones y Thornton, 2003), en 2055 la productividad de este cultivo entre los pequeños productores de América Latina podría decrecer un 10%, en promedio. Se prevé que en México, donde el maíz es la base alimenticia de las familias campesinas, habría una disminución de la superficie nacional apta para este cultivo, así como una baja importante del rendimiento en algunas localidades como Puebla, Veracruz y Jalisco (Conde y otros, 2004 y Gobierno de México, 2006).

En cuanto al arroz, la información recopilada por el IPCC (Magrin y otros, 2007) sobre América Latina apunta a una reducción generalizada de la productividad que alcanzaría entre un 3% y un 16% en Guyana, alrededor del 31% en Costa Rica, del 16% al 27% en Guatemala y entre un 2% y un 15% en el Estado Plurinacional de Bolivia.



Un caso notable es el del café. Se calcula que en el estado de São Paulo (Brasil), hacia fines del presente siglo las tierras aptas para su cultivo se reducirían en un margen que varía desde el 10% (de aumentar 1°C la temperatura y un 15% las precipitaciones) hasta el 97% (si el incremento fuera de 5,8°C y 15%, respectivamente) (Pinto y otros, 2002). En el estado mexicano de Veracruz, hacia mediados de siglo la producción de café disminuiría entre un 73% y un 78% (Gay y otros, 2004). En cambio, en la zona central de Costa Rica el rendimiento de este cultivo podría oscilar entre una baja del 12,9% (de reducirse un 20% las precipitaciones) y un incremento del 30% (si las temperaturas mínima y máxima aumentan hasta 2°C y las precipitaciones un 20%) (Gobierno de Costa Rica, 2000).

## 2. El efecto positivo de la fertilización por dióxido de carbono

Un tema destacado en los estudios sobre cambio climático y agricultura es el efecto de fertilización por las elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, que puede mitigar las repercusiones negativas del cambio climático en la productividad de los cultivos.

En un estudio global (Parry y otros, 2004) en que se analiza este efecto en distintos escenarios de cambio climático respecto de los cultivos de trigo, arroz, maíz y soja en América Latina, estableciendo una comparación entre 1990 y los años 2020, 2050 y 2080, se destacan las consecuencias positivas de la fertilización por CO<sub>2</sub> y su diferente magnitud según el cultivo de que se trate.

De acuerdo con los resultados correspondientes a tres variaciones del escenario A2 del Informe especial del IPCC sobre escenarios de emisiones (IEEE, véase el recuadro I.3), en 2050 la productividad de los cultivos señalados aumentaría entre un 2,5% y un 10% en la Argentina, se reduciría en la misma proporción en Centroamérica y México y disminuiría del 0% al 5% en los demás países de América del Sur.

Si no se considera el efecto de la fertilización por CO<sub>2</sub>, habría un menor rendimiento en todos los países debido a la reducción de las precipitaciones y al incremento de la temperatura. En México y Centroamérica la baja sería del 10% al 30%, en la Argentina del 2,5% al 5% y en los demás países de América del Sur alcanzaría entre un 5% y un 10%. Estas tendencias se profundizan hacia el año 2080, en que la disminución de la productividad sería del 10% al 30% en todos los países.

En otro estudio que ilustra el efecto de la fertilización por CO<sub>2</sub> respecto de los cultivos de soja y maíz en las pampas argentina, uruguaya y brasileña (véase el cuadro II.1), se concluyó que este favorecería sobre todo a la soja (Giménez, 2006). El rendimiento de este cultivo se incrementa significativamente, con o sin riego, en comparación con el escenario sin fertilización. En el caso del maíz, la variación de la productividad por efecto del CO<sub>2</sub> depende de la irrigación: sin riego los efectos son positivos; con riego, negativos.

**CUADRO II.1**  
**SUDESTE DE AMÉRICA DEL SUR: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO MEDIO**  
**DEL MAÍZ Y LA SOJA EN EL ESCENARIO A2 DEL IEEEE, CON Y SIN**  
**EFFECTO DE FERTILIZACIÓN POR CO<sub>2</sub>**  
(En porcentajes)

	2020		2050		2080	
	Sin CO <sub>2</sub>	Con CO <sub>2</sub>	Sin CO <sub>2</sub>	Con CO <sub>2</sub>	Sin CO <sub>2</sub>	Con CO <sub>2</sub>
Maíz de secano	-1,7	7,7	-0,7	10,8	-3,6	16,1
Maíz de regadío	-4,3	-0,9	-11,4	-6,8	-17,6	-9,1
Soja de secano	-1,2	23,7	-3,2	41,7	-10,9	48,4
Soja de regadío	-0,3	17,7	-0,5	31,7	-4,6	35,6

Fuente: A. Giménez, "Climate change and variability in the mixed crop/livestock production systems of the Argentinean, Brazilian and Uruguayan Pampas", *Final Report Submitted to Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change (AIACC)*, Project No. LA 27F, Washington, D.C., Secretaría del Sistema de Análisis, Investigación y Capacitación (START), 2006.

Nota: IEEEE = Informe especial del IPCC sobre escenarios de emisiones.

Sin embargo, los estudios relacionados con los cultivos de la región son escasos y todavía existe incertidumbre sobre los posibles beneficios de la fertilización por CO<sub>2</sub>. Ello obedece a que hay muchas interacciones que aún no han sido documentadas —por ejemplo, con nutrientes, agua, malezas, pestes y otros factores de estrés—, que no pueden incorporarse a los modelos actuales y que, por lo tanto, señalan futuras líneas de investigación (Parry y otros, 2004, pág. 66).

**CUADRO II.2**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RESUMEN DE LOS ESTUDIOS SOBRE EFECTOS DEL**  
**CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR AGRÍCOLA, 2007**

Estudios	Escenario climático	Efectos en los cultivos (en porcentajes)				
		Trigo	Maíz	Soja	Arroz	Otros
<b>Mesoamérica</b>						
Costa Rica	+2°C -15% precip. (1XCO <sub>2</sub> )				-31	Pa: ↓
Guatemala	+1,5°C -5% precip		+8 a -11		-16	Pl: +3 a -28
	+2°C +6% precip.		+15 a -11		-20	Pl: +8 a -42
	+3,5°C -30% precip.		+13 a -34		-27	Pl: 0 a -68
Honduras	Hadley CM3-A2 (500 ppm) 2070			-21		
	Hadley CM3-A2 (500 ppm) 2070			0		
Panamá	HadCM2-UKHI (IS92c-IS92f) 2010/2050/2100 (1xCO <sub>2</sub> )		+9/-34/-21			
<b>América del Sur</b>						
Argentina, pampas	+1/+2/+3°C (550 ppm CO <sub>2</sub> ), I	+11/+3/-4	0/-5/-9	+40/+42/+39		
	UKMO(+5,6°C) (550 ppmCO <sub>2</sub> ), I	-16	-17	+14		
Argentina central	Hadley CM3-B2 (477 ppm)			+21		
	ECHAM96-A2 (550ppm)			+27		
	+1,5/+3,5°C (1XCO <sub>2</sub> )			-13/-17		
	+1,5/+3,5°C (1XCO <sub>2</sub> ) (2T) <sup>c</sup>			-19/-35		
Bolivia (Estado Plurinacional de)	GISS y UK69 (2XCO <sub>2</sub> ) Incremental (2XCO <sub>2</sub> )				-2	Pa: +5 a +2 <sup>b</sup>
	+3,5°C -20% precip. Optim.-pesim.(1XCO <sub>2</sub> )		-25	-3 a -20		Pa: +7 a +5 <sup>b</sup>
	Optim.- pesim.(2XCO <sub>2</sub> )		+50	+12 a +59		
	IS92a (1XCO <sub>2</sub> ) <sup>a</sup>				-15	
	IS92a (2XCO <sub>2</sub> ) <sup>a</sup>					
Brasil	GISS (550 ppm CO <sub>2</sub> )	-33	-11	+26		
	GDLF	-18	-11	+23		
	UKMO	-34	-16	+18		
Guyana	CGCM1 2020-2040 (2XCO <sub>2</sub> )				-3	Ac: -30
	CGCM1 2080-2100 (3XCO <sub>2</sub> )				-16	Ac: -38

Cuadro II.2 (conclusión)

Estudios	Escenario climático	Efectos en los cultivos (en porcentajes)				
		Trigo	Maíz	Soja	Arroz	Otros
<b>Efectos regionales</b>						
Sudeste de América del Sur	Hadley CM3-A2 (500 ppm)	+9 a +13	-5 a +8	+31 a +45		
	Hadley CM3-A2 (500 ppm). I	+10 a +14	0 a +2	+24 a +30		
América Latina	HadCM2 (pequeños agricultores)			-10		
América Latina	HadCM3 A1F1 (1XCO <sub>2</sub> )	Cereales: -5 a -2,5 (2020) -30 a -5 (2050) -30 (2080)				
	HadCM3 B1 (1XCO <sub>2</sub> )	-10 a -2,5 (2020) -10 a -2,5 (2050) -30 a -10 (2080)				
	HadCM3 A1F1 (2XCO <sub>2</sub> )	-5 a -2,5 (2020) -10 a -10 (2050) -30 a +5 (2080)				
	HadCM3 B1 (2XCO <sub>2</sub> )	-5 a -2,5 (2020) -5 a -2,5 (2050) -10 a -2,5 (2080)				
	HadCM3 B1 (2XCO <sub>2</sub> )					
<b>El caso del café</b>						
México, Veracruz	HadCM2 ECHAM4 (2050)	Reducción del 73% al 78% de la producción				
Brasil, São Paulo	+1°C +15% precip. +5,8°C +1,5% precip.	Reducción del 10% de tierras utilizables para la siembra de café				
Costa Rica	Análisis de sensibilidad	Incremento (de hasta 2°C) de la temperatura podría favorecer la siembra de algunos cereales				
	Reducción de la productividad		Incremento de la productividad		Variaciones de la productividad	

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de G. Magrin y otros, "Latin America", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.

Nota: I = Cereales irrigados; precip. = Precipitaciones; Fr = frijol; Pa = papa; Pl = plátano; Ac = caña de azúcar

<sup>a</sup> Valores correspondientes a la soja en verano e invierno de 2010 y 2020.

<sup>b</sup> Incremento cada 10 años.

<sup>c</sup> 2T= doble variación de la temperatura.

### 3. Incremento de plagas y enfermedades

Los cambios del clima contribuyen a aumentar la posibilidad de que ocurran plagas y enfermedades. En algunos trabajos (Ghini y otros, 2008) se concluye que, en comparación con el período 1961-1990, después de 2050 en el Brasil se acrecentaría significativamente la infestación de los cultivos de café por el insecto barrenador de las hojas y tallos del café. Dicho incremento sería mayor en el escenario A2 del IEEEE que en el B2 (véase el recuadro I.2 del capítulo I). En el caso del trigo, los estudios indican que en América del Sur (la Argentina, el Brasil y el Uruguay) aumentaría la incidencia de la fusariosis, una de las enfermedades más peligrosas que afectan a este cereal. El riesgo de infección estaría vinculado a un mayor número de días lluviosos durante el período otoñal.

## 4. La variación de los recursos hídricos

Se prevé que entre un 70% y un 80% del agua que se extrae actualmente en el planeta para usos productivos se destina al riego (PNUMA, 2007). En Guyana, Haití y el Uruguay, más del 90% de los recursos hídricos se utiliza para estos propósitos. La irrigación se ha incrementado en los últimos años, sobre todo en Santa Lucía y Suriname. En Chile, Costa Rica, el Ecuador, Guyana, México y el Perú, más del 20% de las tierras arables y de los cultivos permanentes dependen del riego. Esta tendencia se profundizará a causa del cambio climático, dado que aumentará la importancia de la irrigación como mecanismo de adaptación.

De acuerdo con la evaluación del IPCC sobre América Latina (Magrin y otros, 2007), se prevé un aumento de la demanda de agua para el riego en los climas cálidos, lo que se traducirá en una mayor competencia por este recurso entre la agricultura, los usos domésticos y los usos industriales. La posible reducción de los niveles freáticos contribuirá a incrementar el costo de la energía utilizada en la extracción de agua para irrigación, mientras que la disminución del volumen de agua superficial almacenada podría manifestarse en significativos desajustes temporales entre la oferta y la demanda del recurso. El tema de aumento de la competencia por el uso del agua entre distintos sectores a causa del cambio climático se abordó en un estudio global (Rosenzweig y otros, 2004) en que se analizaron factores como el incremento de la demanda debido al crecimiento poblacional y al desarrollo económico.

Dicho estudio reveló que en el norte de la Argentina los problemas ocasionales en materia de suministro de agua para la agricultura podrían exacerbarse y que probablemente habría que realizar grandes inversiones para mitigarlos. En cambio, en el sur del Brasil la disponibilidad futura de agua para el sector agrícola parece estar garantizada. El trabajo también incluyó algunas simulaciones para determinar la posibilidad de ampliar las zonas irrigadas, como alternativa de adaptación. Los resultados indican que solo el Brasil podría acomodarse fácilmente a una expansión de la superficie regada, mientras que en las demás regiones se reduciría la confiabilidad del sistema hídrico.

A nivel nacional, las investigaciones exhaustivas sobre la disponibilidad de agua para la agricultura son escasas. Entre ellas, cabe mencionar un estudio realizado en Chile (CONAMA, 2006) en que se concluyó que, en un escenario A2 del IIEEE (véase el recuadro I.2 del capítulo I), la temperatura media de todas las regiones del país —especialmente las andinas— aumentaría de 2° a 4°C y que el incremento sería mayor en el verano. Como consecuencia de ello, se produciría un desplazamiento de 300 a 500 m de altura de la isoterma 0°C respecto de los niveles actuales. En la zona central (30° a 40°S) habría una pérdida generalizada de las precipitaciones del orden del 40% en las tierras bajas, aumentando en magnitud hacia la ladera andina durante el verano. Las implicaciones económicas de esta reducción podrían ser significativas si se considera que en la región central se ubican las zonas de mayor productividad silvoagropecuaria, así como el grueso de la agricultura de exportación y de la generación de energía hidroeléctrica para el sistema interconectado de ese país.

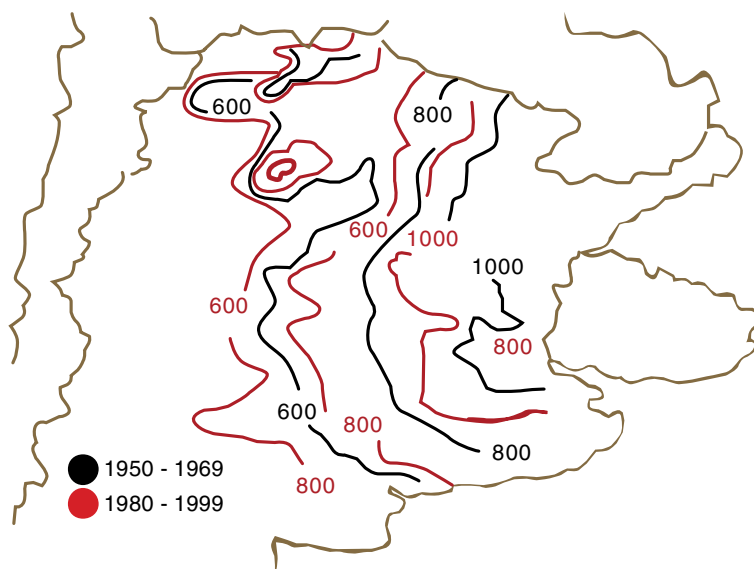
Otro estudio nacional sobre las pampas argentinas (Magrin, Travasso y Rodríguez, 2005) reveló que a lo largo del siglo XX se incrementaron las precipitaciones medias anuales de los meses de primavera y verano, aumentaron las temperaturas mínimas durante la mayor parte del año y se redujeron las temperaturas máximas y la radiación, sobre todo durante los meses de primavera y verano. Se concluyó que la mayor productividad de los cultivos de soja (38%), maíz (18%), trigo (13%) y girasol (12%) obedeció especialmente al aumento de las precipitaciones en los períodos 1950-1970 y 1970-1999.

En esta región también se ha documentado el desplazamiento de las isoyetas<sup>2</sup> hacia el oeste a causa del aumento de las lluvias (véase el gráfico II.2). Esto contribuyó a la expansión de la agricultura hacia zonas en que históricamente no se plantaban cultivos anuales. En consecuencia, se han observado serios procesos de degradación del suelo que deben tenerse en cuenta en el futuro, ya que es probable que los cambios previstos del clima provoquen un nuevo desplazamiento de la frontera agrícola (PNUMA/SEMARNAT, 2006).

---

<sup>2</sup> Líneas de un mapa cartográfico que unen los puntos geográficos donde se ha recogido la misma cantidad de precipitaciones.

**GRÁFICO II.2**  
**PAMPAS ARGENTINAS: DESPLAZAMIENTO DE LAS ISOYETAS HACIA EL OESTE**



Corrimiento de las Isoyetas hacia el Oeste

Este fenómeno se tradujo en un incremento de la productividad en la pampa húmeda y una mayor energía hidráulica en el litoral. Sin embargo, entre los efectos negativos se cuentan las inundaciones más frecuentes, la disminución de la energía y el agua en el Comahue y una variación significativa del espesor de los glaciares de la Patagonia.

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México (PNUMA/SEMARNAT), *El cambio climático en América Latina y el Caribe*, México, D.F., 2006.

## 5. La elevación del nivel del mar y la agricultura

En la actualidad, hay muy pocos estudios en que se analicen los posibles efectos del incremento del nivel del mar en el sector agrícola, a lo cual debe agregarse el hecho de que sus resultados son difíciles de extrapolar porque se refieren a lugares específicos.

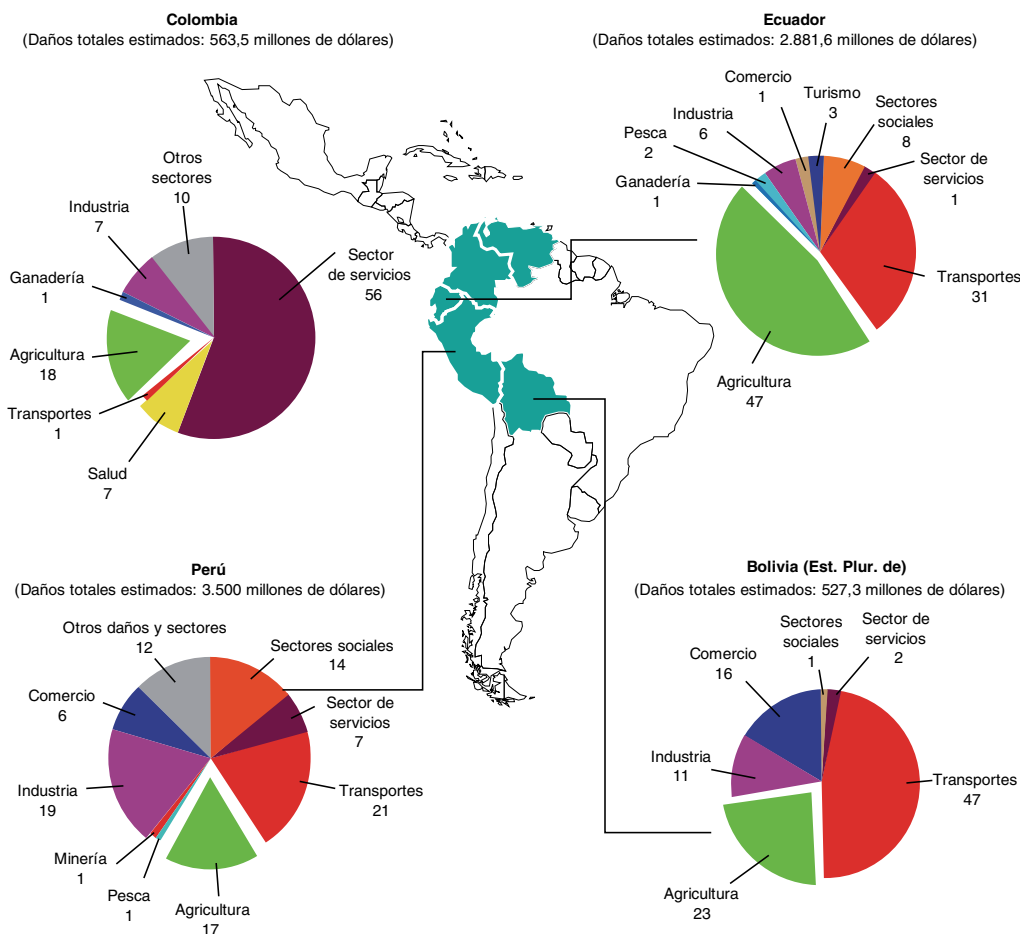
Solo algunos países de América Latina y el Caribe han abordado el tema en las comunicaciones nacionales entregadas a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), entre ellos El Salvador y Colombia. El primero informó que las tierras productivas agrícolas situadas en zonas costeras podrían experimentar una reducción del 10% al 27,6% para un intervalo de 13 a 110 cms de elevación del nivel del mar (Gobierno de El Salvador, 2000). En el caso colombiano, la zona agrícola ubicada en la costa del Caribe sería la más dañada por el incremento del nivel del mar. Se prevé que un escenario de 1,0 m de aumento de este afectaría al 39,2% de las plantaciones de banano, al 6,8% de los cultivos transitorios, al 1,2% de los sembrados permanentes y al 9,7% de los cultivos de palma africana (Gobierno de Colombia, 2001). Las cifras ameritan un llamado de atención a la necesidad de realizar estudios al respecto en los demás países de la región.

## 6. La agricultura y los fenómenos meteorológicos extremos

Históricamente, la agricultura ha podido adaptarse a los cambios paulatinos del clima, pero los fenómenos extremos representan una gran amenaza para este sector. Por ejemplo, durante el último cuarto de siglo en la región se registraron dos episodios de El Niño Oscilación Sur (ENOS) de gran intensidad (1982-1983 y 1997-1998) y otros fenómenos de proporciones considerables como el huracán Mitch, los cuales generaron grandes pérdidas en el sector agropecuario y contribuyeron a incrementar su vulnerabilidad a los desastres naturales (Magrin, 2007).

En el caso de El Niño 1997-1998 (véase el gráfico II.3), los daños en el sector agropecuario de la región andina alcanzaron cerca del 20% del total: en el Perú un 17%, en Colombia un 19%, en el Estado Plurinacional de Bolivia un 23% y en el Ecuador casi un 50%.

**GRÁFICO II.3**  
**PAÍSES DE LA REGIÓN ANDINA: DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LOS DAÑOS**  
**OCASIONADOS POR EL FENÓMENO DE EL NIÑO, 1997-1998**  
*(En porcentajes)*

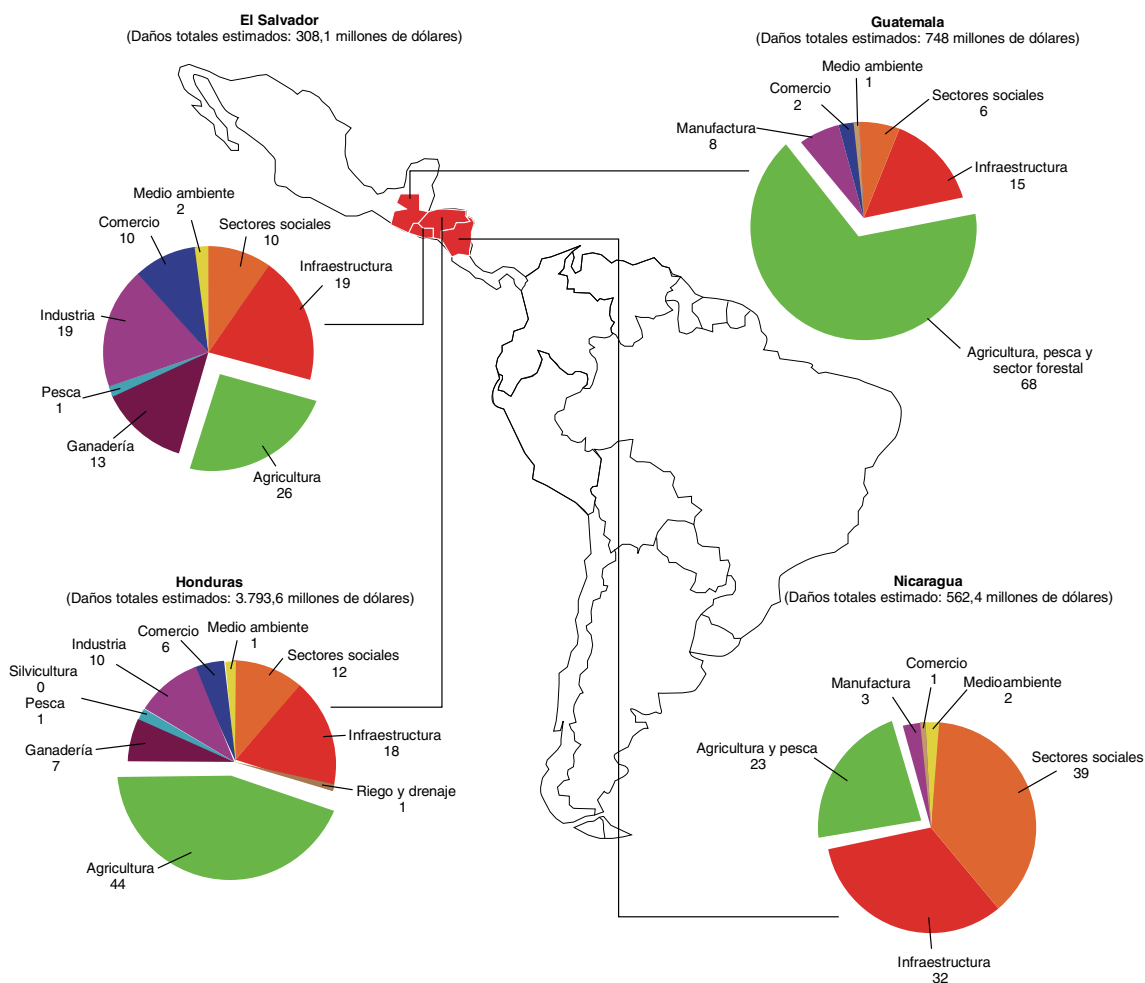


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Indicadores para el seguimiento de la agricultura y la vida rural, Plan Agro 200-2015 (actualización 2007)”, *documentos de proyecto*, N° 157 (LC/W.157), Santiago de Chile, 2007.

En el gráfico II.4 se ilustra la distribución de los daños ocasionados por el huracán Mitch (1998) en Centroamérica. En este caso, los efectos en el sector agropecuario fueron mucho mayores, dada la gran importancia de la agricultura en la economía. En Guatemala y Honduras, dos de los países más afectados, los daños en el sector agropecuario, pesquero y forestal alcanzaron más de la mitad del total: un 68% en el primero y un 52% en el segundo.

Esta vulnerabilidad se agrava si se considera que en América Latina la cobertura de seguros es muy reducida.

**GRÁFICO II.4**  
**CENTROAMÉRICA: DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LOS DAÑOS OCASIONADOS**  
**POR EL HURACÁN MITCH, 1998**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Indicadores para el seguimiento de la agricultura y la vida rural, Plan Agro 2000-2015 (actualización 2007)”, *documentos de proyecto*, N°157 (LC/W.157), Santiago de Chile, 2007.

## 7. Disponibilidad de alimentos y seguridad alimentaria

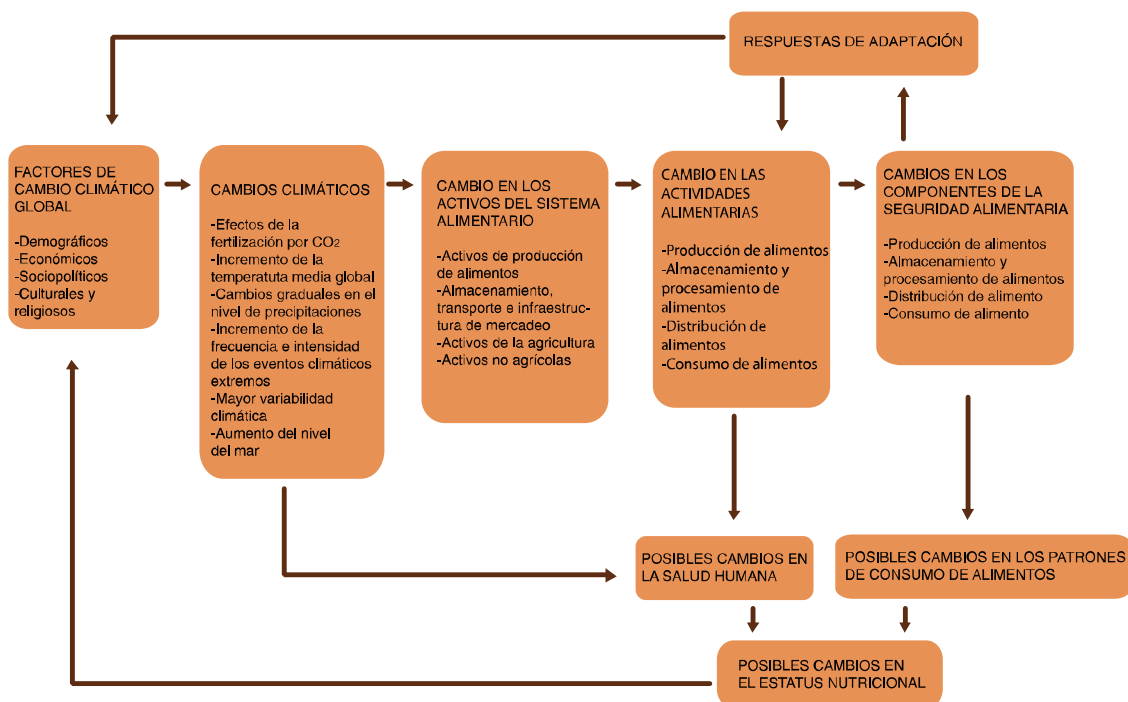
La disminución proyectada de la productividad de algunos cultivos importantes y de la ganadería tendría consecuencias adversas en la seguridad alimentaria. Como apuntan Bosello y Zhang (2005) sobre la base de estimaciones del año 2050, es probable que las presiones del cambio climático se traduzcan en una reducción de la oferta mundial de alimentos, principalmente debido a los efectos de la adaptación económica a las nuevas condiciones globales de productividad. También habría consecuencias distributivas importantes, ya que las repercusiones adversas más significativas se concentrarán en los países en desarrollo ubicados en zonas tropicales. Por su parte, el IPCC (2007a) calcula, con un nivel medio de confianza, que un aumento de 1° a 3°C de la temperatura daría lugar a un incremento global del potencial de producción de alimentos; sin embargo, se proyecta una reducción si el alza de la temperatura supera ese nivel.

De acuerdo con un estudio sobre las fluctuaciones globales del precio de los productos agrícolas (Brown y Funk, 2008), un 30% de los agricultores pertenecientes a países en desarrollo afrontarán inseguridad alimentaria y podrían verse seriamente afectados. En América Latina y el Caribe esta situación se presentaría de manera generalizada en países como el Estado Plurinacional de Bolivia, Haití, Honduras y Nicaragua.

Hay análisis (Parry y otros, 2004) en que se prevé que la población en riesgo de hambre a nivel mundial podría incrementarse a alrededor de 200 millones de personas en 2050 y casi 600 millones en 2080, en el escenario A2 del IEEEE (véase el recuadro I.3) y sin considerar los efectos de la fertilización por CO<sub>2</sub>. En la región este aumento alcanzaría cerca de 26 y 85 millones de personas en 2050 y 2080, respectivamente (Warren y otros, 2006).

Algunos estudios subrayan la importancia del contexto institucional entre los factores que contribuyen a mitigar o agravar los efectos del cambio climático (véase el diagrama II.1). De acuerdo con los trabajos basados en este enfoque, la dependencia de los países en desarrollo de las importaciones de alimentos y el ambiente socioeconómico en que se presentan las alteraciones climáticas son más relevantes para la seguridad alimentaria que los cambios biofísicos, de manera que las políticas serán fundamentales para afrontar la pobreza (Schmidhuber y Tubiello, 2007).

**DIAGRAMA II.1**  
**CAMBIO CLIMÁTICO Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), “Building adaptive capacity to climate change. Policies to sustain livelihoods and fisheries. New directions in fisheries”, *A Series of Policy Briefs on Development Issues*, N° 08, Roma, 2007.

En otro trabajo importante con este enfoque integral (Lobell y otros, 2008), se identifican las 12 regiones del mundo con mayores problemas de seguridad alimentaria tomando en cuenta las similitudes en materia de dieta, sistemas productivos agrícolas y proporción de población desnutrida, a partir de las estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Tres de esas regiones se encuentran en América Latina y el Caribe y sus cultivos más sensibles serían los siguientes: i) Centroamérica y el Caribe: caña de azúcar, yuca, maíz, arroz y



trigo; ii) región andina: palma, soja, caña de azúcar, yuca, papas, maíz, cebada, arroz y trigo, y iii) Brasil: soja, caña de azúcar, yuca, maíz, arroz y trigo.

Según el 95% de las proyecciones, la productividad de la caña de azúcar aumentaría del 5% al 25% en Centroamérica y el Caribe y oscilaría un  $\pm 5\%$  en el Brasil y la región andina. En cuanto al maíz y la yuca, se prevé una reducción en el Brasil (también en el 95% de las proyecciones), una variación del -2% al +10% en Centroamérica y una oscilación del  $\pm 5\%$  en la región andina. El rendimiento de los cultivos de papa disminuiría hasta un 5% en la región andina, donde tiene una gran importancia en la dieta de la población más pobre (Lobell y otros, 2008).

## B. La silvicultura

A partir de fines de la década de 1990, las exportaciones del sector forestal de la región han mostrado un dinamismo significativo. Según estimaciones de la FAO, en 2004 alcanzaron los 4.000 millones de dólares y fueron aportadas en su totalidad por América del Sur, la única subregión exportadora neta (correspondiente a Chile, Guyana y el Brasil). En cambio, el Caribe y Centroamérica son importadores netos de productos forestales (FAO, 2007a). En el cuadro II.3 se aprecia la situación por país. No se dispone de datos para determinar si las exportaciones provienen de bosques nativos o de plantaciones forestales.

**CUADRO II.3**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PARTICIPACIÓN DE LAS IMPORTACIONES**  
**Y EXPORTACIONES DE PRODUCTOS FORESTALES EN EL PIB**  
(En porcentajes)

Países	Importaciones de productos forestales					Exportaciones de productos forestales				
	1979-1981	1989-1991	1999-2001	2003	2004	1979-1981	1989-1991	1999-2001	2002	2004
Argentina	0,17	0,05	0,25	0,13	0,21	0,01	0,08	0,09	0,12	0,20
Bahamas	0,25	0,72	0,62	0,42	0,65	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10
Barbados	1,09	0,94	1,30	1,04	0,97	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Belice	0,73	0,72	0,89	0,48	0,49	0,60	0,44	0,52	0,40	0,31
Bolivia (Estado Plurinacional de)	0,20	0,07	0,48	0,39	0,38	0,29	0,69	0,30	0,32	0,31
<b>Brasil</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,14</b>	<b>0,11</b>	<b>0,14</b>	<b>0,21</b>	<b>0,33</b>	<b>0,46</b>	<b>0,56</b>	<b>0,72</b>
<b>Chile</b>	<b>0,16</b>	<b>0,18</b>	<b>0,28</b>	<b>0,34</b>	<b>0,46</b>	<b>1,41</b>	<b>1,93</b>	<b>2,15</b>	<b>2,15</b>	<b>2,70</b>
Colombia	0,28	0,30	0,41	0,46	0,49	0,03	0,03	0,11	0,16	0,19
Costa Rica	0,87	0,85	1,53	1,39	1,58	0,23	0,17	0,13	0,14	0,17
Cuba	0,69	0,62	0,16	0,19	0,21	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Dominica	0,86	2,57	3,16	1,58	1,59	0,00	0,00	0,19	0,15	0,31
Ecuador	0,84	1,05	1,13	1,52	1,05	0,20	0,18	0,37	0,54	0,44
El Salvador	0,38	0,35	1,07	1,15	1,14	0,02	0,03	0,09	0,09	0,10
Guatemala	0,58	0,50	0,78	0,96	1,03	0,18	0,12	0,11	0,15	0,17
<b>Guyana</b>	<b>0,94</b>	<b>0,30</b>	<b>0,36</b>	<b>0,52</b>	<b>0,51</b>	<b>0,99</b>	<b>0,65</b>	<b>4,55</b>	<b>4,02</b>	<b>3,95</b>
Haití	0,12	0,24	0,30	0,42	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Honduras	0,86	1,20	1,08	1,55	1,36	1,11	0,53	0,77	0,70	0,27
Jamaica	1,01	1,03	1,14	0,89	0,82	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
México	0,15	0,18	0,40	0,46	0,53	0,00	0,04	0,04	0,04	0,05
Nicaragua	0,35	0,26	0,51	0,68	0,69	0,15	0,07	0,42	0,39	0,35
Panamá	0,53	0,98	0,57	0,53	0,63	0,01	0,06	0,06	0,10	0,17

Cuadro II.3 (conclusión)

Países	Importaciones de productos forestales					Exportaciones de productos forestales				
	1979-1981	1989-1991	1999-2001	2003	2004	1979-1981	1989-1991	1999-2001	2002	2004
Paraguay	0,20	0,31	0,46	0,59	0,79	1,16	0,50	0,56	0,48	0,42
Perú	0,10	0,32	0,31	0,40	0,45	0,02	0,01	0,15	0,16	0,18
Republica Dominicana	0,77	0,66	1,01	0,91	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Saint Kitts y Nevis	0,00	0,01	0,55	0,53	0,51	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Santa Lucía	0,00	0,04	1,74	1,73	1,67	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
San Vicente y las Granadinas	0,23	0,69	5,57	5,27	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Suriname	1,20	0,36	0,24	0,49	0,49	1,27	0,15	0,38	0,29	0,26
Trinidad y Tabago	1,16	0,87	1,10	1,20	1,26	0,03	0,01	0,04	0,01	0,02
<b>Uruguay</b>	<b>0,21</b>	<b>0,19</b>	<b>0,47</b>	<b>0,36</b>	<b>0,32</b>	<b>0,06</b>	<b>0,09</b>	<b>0,41</b>	<b>0,74</b>	<b>0,66</b>
Venezuela (República Bolivariana de)	0,28	0,25	0,28	0,21	0,33	0,00	0,00	0,04	0,05	0,07
<b>Mundo</b>	<b>0,30</b>	<b>0,41</b>	<b>0,44</b>	<b>0,46</b>	<b>0,52</b>	<b>0,30</b>	<b>0,41</b>	<b>0,44</b>	<b>0,46</b>	<b>0,52</b>

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Anuario estadístico de la FAO, 2005-2006*, vol. 1, Roma, 2006.

El menor peso económico del sector forestal en comparación con la agricultura haría pensar que los efectos del cambio climático serían menos marcados, pero no se dispone de una estimación de las repercusiones económicas de algunos cambios sistémicos como la “sabanización” de la Amazonia, por mencionar un caso probable. Asimismo, se desconocen las consecuencias de tener menos bosques para favorecer a la ganadería o la agricultura en las zonas deforestadas, aunque se anticipa que ello tendría efectos adversos en las regiones donde los bosques son un componente significativo de las estrategias de supervivencia de la población local. América Latina ha experimentado un proceso de elevada deforestación (véase el cuadro II.4), con tasas equivalentes a más del doble de las registradas a nivel mundial (FAO, 2007a)<sup>3</sup>. No está claro que los bosques se pierdan en forma más acelerada debido al cambio climático, porque este podría afectar en mayor medida a la agricultura. Si mediante los mercados de carbono se logra compensar adecuadamente la deforestación y conservar el medio ambiente, el cambio climático podría favorecer a los bosques en un marco de complejas interacciones ambientales y sociales.

De hecho, en el cuarto informe de evaluación del IPCC (Easterling y otros, 2007) se concluyó, con un grado de confianza media, que el cambio climático podría provocar un incremento global de la producción de madera, que obedecería a los cambios en la distribución de los bosques y a su tasa de crecimiento más elevada debido a la fertilización por CO<sub>2</sub>. Sin embargo, es posible que este aumento se traduzca en un incremento de la oferta de madera, con los consiguientes efectos en los precios. En cuanto a las tendencias regionales, la incertidumbre es aun mayor.

<sup>3</sup> En el período 1990–2005 se perdieron cerca de 68,7 millones de hectáreas de bosques, lo que equivale a 4,6 millones anuales. De este total, 59 millones de hectáreas corresponden a América del Sur y 42,3 millones al Brasil (62% del total). Centroamérica es la subregión más afectada, ya que su cubierta forestal disminuyó un 23,3% en el mismo período, seguida de México (7,4%) y América del Sur (7,1%). El Caribe es la única zona en que la superficie de bosques aumentó un 10,4%.

**CUADRO II.4**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EXTENSIÓN Y VARIACIONES DE**  
**LA SUPERFICIE DE BOSQUES**

Subregión	Superficie (en miles de hectáreas)			Variación de la superficie forestal				
	1990	2000	2005	Anual (en miles de ha)		Anual (en porcentajes)		Acumulada 1990-2005 (en porcentajes)
				1990-2000	2000-2005	1990-2000	2000-2005	
Caribe	5 350	5 706	5 974	36	54	0,665	0,939	10,45
Mesoamérica <sup>a</sup>	96 655	89 377	86 649	-728	-546	-0,753	-0,610	-11,55
Centroamérica	27 639	23 837	22 411	-380	-285	-1,376	-1,196	-23,33
México	69 016	65 540	64 238	-348	-260	-0,504	-0,397	-7,44
América del Sur	890 818	852 796	831 540	-3 802	-4 251	-0,427	-0,499	-7,13
América Latina y el Caribe (ALC)	992 823	947 879	924 163	-4 494	-4 743	-0,453	-0,500	-7,43
Mundo	4 077 291	3 988 610	3 952 025	-8 868	-7 317	-0,217	-0,183	-3,17
ALC/mundo (en porcentajes)	0,244	0,238	0,234					

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Situación de los bosques del mundo, 2007*, Roma, 2007.

<sup>a</sup> Las cifras de México se incluyeron en el capítulo de América del Norte, pero en este trabajo se han incorporado a la subregión de Mesoamérica, como parte de América Latina y el Caribe.

Algunos estudios coinciden en señalar que América del Sur sería una de las regiones en que el cambio climático favorecería al sector forestal. Se prevé que hacia mediados del presente siglo la producción mundial de madera crecerá del 29% al 38%, aumentando en América del Sur y reduciéndose en América del Norte y la Federación de Rusia (Sohngen, Mendelsohn y Sedjo, 2001). En otro trabajo basado en proyecciones del año 2040 se concluyó que la producción forestal de América del Sur se incrementaría entre un 10% y un 13% (Pérez-García y otros, 2002). En general, el aumento previsto en esta región superaría al que se proyecta globalmente y en otras regiones, de manera que la baja de los precios generaría un mayor bienestar tanto de los productores como de los consumidores.

Por otra parte, algunas subregiones de América Latina se beneficiarían con la reubicación de las plantaciones y operaciones forestales a causa del cambio climático. De acuerdo con uno de los estudios sobre el tema (Easterling y otros, 2007) dicho traslado se daría principalmente desde las regiones tropicales hacia las subtropicales, sobre todo si el calentamiento es significativo, y en particular hacia la Argentina y el sur del Brasil.

El mismo estudio indica que habría variaciones en la producción y suministro de otros bienes y servicios ambientales relacionados con el bosque, tales como semillas, nueces, frutos del bosque, caza, resinas y plantas utilizadas en la industria farmacéutica, la medicina botánica y la industria cosmética. Estos cambios serían altamente diversificados y regionalizados.

La evolución del sector forestal también depende de otros factores como las plantaciones de bosques. La producción de estas últimas en la región pasó de prácticamente cero hace 50 años a casi un tercio del total en la actualidad y se prevé que crecerá a más del 40% en el año 2030 y al 75% a mediados del presente siglo (Easterling y otros, 2007). Otro factor no climático es el desarrollo de la fabricación competitiva de biocombustibles ligno-celulósicos. Sin embargo, los resultados netos de estas distintas iniciativas y la demanda conexas son difíciles de predecir.

Las temperaturas más elevadas y el menor porcentaje de humedad contribuirían a aumentar los incendios forestales, pero no se trata de relaciones unívocas. En la evaluación del sector forestal del IPCC se encontraron evidencias tanto del incremento como de la reducción del número de incendios forestales a nivel regional. Se informó que en algunos estudios se indica que el aumento de las temperaturas y la prolongación de los períodos de cosecha elevarán el riesgo de incendios a causa de la mayor aridez (Easterling y otros, 2007).

### RECUADRO II.2 AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO QUE PODRÍAN AFECTAR GRADUALMENTE A LA SILVICULTURA

Probabilidades	Efectos directos	Efectos indirectos
Casi con certeza	Aumento del rendimiento en ambientes fríos y reducción en ambientes cálidos; incremento de las plagas de insectos	▲ Aumento de la producción de madera
Con bastante certeza	Disminución del rendimiento en regiones frías debido al estrés térmico	▲ Participación marginal del sector forestal en el PIB
Es muy probable	Erosión del suelo e imposibilidad de cultivar tierras debido a la falta de agua	▲ Riesgo de personas con enfermedades respiratorias y problemas para respirar
Es probable	Incremento del riesgo de incendios forestales	▲ Migración de personas
Es probable	Daños a los cultivos, debilitamiento de las raíces de los árboles	▲ ▼ Fluctuaciones de precio en los mercados
Es probable	Salinización del agua utilizada para el riego, de los estuarios y de los sistemas de agua dulce	▲ ▼ Variaciones en la distribución geográfica de la producción y en la orientación/valor del comercio
		▲ Recaudación
		▲ Gastos (emergencias en la producción e infraestructura adecuada)

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Situación de los bosques del mundo, 2007*, Roma, 2007 y Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Cambio climático 2001: informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al tercer informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra, 2001.

## C. La pesca

En la región hay mayor número de exportadores que de importadores netos de productos pesqueros. Como se aprecia en el cuadro II.5, entre estos últimos se cuentan los países sin litoral (el Estado Plurinacional de Bolivia y el Paraguay) y varias islas del Caribe (Barbados, Dominica, Haití, Jamaica, la República Dominicana, San Vicente y las Granadinas, Saint Kitts y Nevis y Santa Lucía). Todos los países continentales con costas son exportadores netos.

**CUADRO II.5**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PARTICIPACIÓN DE LAS IMPORTACIONES Y**  
**EXPORTACIONES DE PRODUCTOS PESQUEROS EN EL PIB**  
*(En porcentajes)*

Países	Importaciones de productos pesqueros					Exportaciones de productos pesqueros				
	1979-1981	1989-1991	1999-2001	2002	2004	1979-1981	1989-1991	1999-2001	2003	2004
Antigua y Barbuda	0,50	0,40	0,47	0,73	0,54	0,15	0,07	0,06	0,19	0,09
Argentina	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,08	0,18	0,30	0,34	0,28
Bahamas	0,08	0,16	0,27	0,10	0,15	0,37	1,02	1,95	1,84	1,75
Barbados	0,19	0,29	0,45	0,54	0,45	0,01	0,01	0,05	0,03	0,03
Belice	0,18	0,18	0,33	0,26	0,34	1,88	1,58	3,26	1,63	1,17
Bolivia (Estado Plurinacional de)	0,09	0,02	0,07	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Brasil	0,02	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,07	0,07
Chile	0,01	0,02	0,07	0,10	0,13	1,06	2,31	2,41	2,60	2,86
Colombia	0,15	0,07	0,09	0,09	0,11	0,07	0,19	0,22	0,18	0,17
Costa Rica	0,04	0,14	0,14	0,16	0,17	0,12	0,67	0,84	0,75	0,63
Cuba	0,31	0,10	0,14	0,13	0,17	0,53	0,39	0,32	0,22	0,28
Dominica	0,29	0,56	0,55	0,53	0,61	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00
Ecuador	0,00	0,03	0,02	0,17	0,11	1,52	3,70	4,58	4,39	4,02
El Salvador	0,03	0,03	0,06	0,07	0,12	0,21	0,16	0,22	0,24	0,35
Guatemala	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,06	0,13	0,15	0,10	0,05
Guyana	0,00	0,30	0,32	0,15	0,20	2,59	5,76	7,21	7,41	8,35
Haití	0,07	0,11	0,18	0,20	0,23	0,01	0,04	0,09	0,10	0,09
Honduras	0,05	0,04	0,24	0,17	0,23	0,68	1,18	1,01	0,71	1,38
Jamaica	0,37	0,47	0,77	0,56	0,58	0,00	0,06	0,16	0,11	0,10
México	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,15	0,10	0,12	0,11	0,10
Nicaragua	0,02	0,07	0,18	0,09	0,08	0,70	0,48	2,11	1,61	2,26
Panamá	0,10	0,14	0,12	0,15	0,12	0,95	1,09	2,25	3,31	3,38
Paraguay	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perú	0,01	0,00	0,03	0,04	0,04	0,76	1,24	1,98	1,78	2,28
República Dominicana	0,25	0,20	0,28	0,27	0,31	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01
Saint Kitts y Nevis	0,35	0,37	0,72	0,55	0,64	0,11	0,05	0,06	0,08	0,05
Santa Lucía	0,49	0,61	0,68	0,75	0,79	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
San Vicente y las Granadinas	0,35	0,30	0,40	0,40	0,44	0,00	6,09	0,25	0,16	0,11
Suriname	0,24	0,01	0,41	0,37	0,31	0,35	0,16	4,34	4,54	4,91
Trinidad y Tabago	0,15	0,10	0,10	0,12	0,14	0,03	0,04	0,14	0,10	0,09
Uruguay	0,02	0,02	0,07	0,09	0,08	0,34	0,56	0,52	0,61	0,66
Venezuela (República Bolivariana de)	0,03	0,00	0,05	0,02	0,05	0,01	0,10	0,12	0,07	0,07
Mundo	0,09	0,15	0,18	0,19	0,21	0,09	0,15	0,18	0,19	0,21

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Anuario estadístico de la FAO, 2005-2006*, vol. 1, Roma, 2006.

En su capítulo de producción de alimentos, fibras y productos forestales, el IPCC (2007a) destaca que existe un alto grado de confianza en que el cambio climático tendrá efectos complejos y localizados a nivel de pescadores artesanales y de subsistencia. Este informe identifica tres factores que podrían afectar negativamente la producción pesquera: i) el aumento de las temperaturas marinas, ii) la variación de las corrientes oceánicas y iii) el incremento del nivel del mar (Easterling y otros, 2007). Es posible que algunos de ellos afecten más a la pesca extractiva que a los cultivos (FAO, 2003). Según algunas fuentes, los estudios sobre las consecuencias del cambio climático en la pesca son escasos y sería necesario profundizar las investigaciones para determinar la vulnerabilidad del sector con mayor precisión (FAO, 2007a; Stern, 2006).

Se prevé, con alto grado de confianza, la extinción de algunas especies locales de peces y un cambio en la distribución regional y la productividad de algunas especies (por ejemplo, del salmón y el esturión) debido al calentamiento continuo, particularmente en aguas frías. Sin embargo, en algunos casos la productividad podría incrementarse (Easterling y otros, 2007).

En los estudios globales sobre el tema se anticipa un aumento de las temperaturas marinas y una variación de las corrientes oceánicas que contribuiría a reducir el plancton de la superficie y alteraría su distribución. Esto afectaría la cantidad de alimento disponible para los peces y provocaría una migración de las especies de latitudes medias hacia aguas frías, fenómeno que ha sido estudiado en el Atlántico Norte (Reid y otros, 1998). Además, el blanqueamiento del coral y su destrucción debido al incremento de las temperaturas del mar podría dañar seriamente los criaderos de peces (FAO, 2003).

Estimaciones realizadas en el Perú (Gobierno del Perú, 2001) revelaron que en el ecosistema marino el cambio climático podría manifestarse como un fenómeno tipo ENOS y que el sector pesquero probablemente afrontará pérdidas en la maricultura, sobre todo en la producción de camarones. Por otra parte, es posible que desaparezcan los extensos humedales distribuidos a lo largo de la costa, lo que conduciría a pérdidas adicionales en la cría de peces.

De acuerdo con los estudios del IPCC, en un escenario B2 (véase el recuadro I.2) el Perú sería uno de los 15 países más afectados a nivel mundial. Entre los principales daños provocados por el ENOS se cuentan la menor captura de las especies comerciales predominantes, la pérdida de infraestructura relacionada con la pesca continental y la pesca marítima y las repercusiones en el empleo local, que perjudican directamente a los pescadores de bajos ingresos de la zona norte del país.

La FAO (2007a) considera que no todos los efectos del cambio climático en el sector pesquero serán necesariamente negativos a nivel mundial, ya que la redistribución de los bancos pesqueros implicará pérdidas para algunos países, pero ganancias para otros. Las flotas pesqueras son móviles y los mercados para los productos de la pesca son globales, de manera que los acuerdos de comercio internacional podrían desempeñar un rol importante para facilitar la adaptación. En este contexto, los países y empresas de mayores recursos tendrían más capacidad de adaptarse que los países más pobres y vulnerables.

## D. El turismo

Pese a que en los últimos años ha crecido el turismo en América del Sur y el Caribe, en Centroamérica disminuyó entre 2007 y 2008. Según los datos disponibles de la Organización Mundial del Turismo (OMT), las actividades del sector aumentaron un 2% en 2006 y casi un 5% en 2007. Se prevé que esta tendencia se desacelerará en 2008, no solo como consecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos, sino de las restricciones sobre el presupuesto familiar a que dieron lugar las perturbaciones financieras de finales de año.

En 2005, la tasa de crecimiento del sector de turismo en América Latina y el Caribe fue inferior a la del resto del mundo, que alcanzó un 12%. El cuadro II.6 muestra la variación del número de visitantes entre 2005 y 2007, según país. La subregión de mayor dinamismo en esta materia fue Centroamérica (11%), mientras que en el Brasil, el Uruguay y México los resultados fueron negativos.

En el caso de este último, la reducción del 3% se atribuye a la intensa temporada de huracanes de 2005 (OMT, 2007b).

En el Caribe, el turismo aporta casi la mitad de las exportaciones de bienes y servicios. Aun cuando el número de visitantes disminuyó, en casi todos los países se registró un aumento de las utilidades en este sector (CEPAL, 2007c).

**CUADRO II.6**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INGRESOS POR CONCEPTO DE TURISMO**  
**INTERNACIONAL EN LOS PRINCIPALES DESTINOS TURÍSTICOS**

Destinos principales	Llegadas de turistas internacionales					Ingresos por concepto de turismo internacional		
	Número de personas			Variación porcentual		Millones de dólares		
	2005	2006	2007	2006-2005	2007-2006	2005	2006	2007
Argentina	3 823	4 173	4 562	9,2	9,3	2 729	3 344	4 313
Bahamas	1 608	1 601	1 528	-0,5	-4,6	2 069	2 056	2 187
Brasil	5 358	5 017	5 026	-6,4	0,2	3 861	4 316	4 953
Chile	2 027	2 253	2 507	11,1	11,3	1 109	1 212	1 419
Colombia	933	1 053	1 193	12,9	13,2	1 222	1 554	1 669
Costa Rica	1 679	1 725	1 973	2,7	14,4	1 571	1 732	1 974
Cuba	2 261	2 150	2 119	-4,9	-1,4	2 150	1 969	1 982
Ecuador	860	841	953	-2,2	13,4	486	490	637
El Salvador	1 127	1 279	1 339	13,5	4,7	543	793	847
Guatemala	1 298	1 482	1 448	14,2	-2,3	869	1 013	1 199
Honduras	673	739	831	9,8	12,6	463	488	557
Jamaica	1 479	1 679	1 704	13,5	1,5	1 545	1 870	1 841
México	21 915	21 353	21 424	-2,6	0,3	11 803	12 177	12 901
Nicaragua	712	749	800	5,2	6,8	206	231	255
Panamá	702	843	1 103	20,1	30,8	780	960	1 185
Perú	1 486	1 635	1 812	10,0	10,9	1 308	1 577	1 938
Puerto Rico	3 686	3 722	3 687	1,0	-0,9	3 239	3 369	3 414
República Dominicana	3 691	3 965	3 980	7,4	0,4	3 518	3 917	4 026
Uruguay	1 808	1 749	1 752	-3,2	0,2	594	598	809
Venezuela (República Bolivariana de)	706	748	771	5,9	3,0	650	768	817

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización Mundial del Turismo (OMT), *Datos esenciales del turismo de la OMT*, 2007.

El IPCC ha señalado, con alto grado de confianza, que los efectos del cambio climático en el sector turístico serán significativamente negativos (Wilbanks y otros, 2007; Mimura y otros, 2007). El aumento de la temperatura en los lugares de origen del turismo contribuiría a reducir el número de visitantes<sup>4</sup>, al igual que la escasez de agua y el incremento de las enfermedades tropicales (Mimura y otros, 2007) en los lugares de destino.

<sup>4</sup> De acuerdo con estudios elaborados por la OMT (2003, 2007a), el aumento de las temperaturas en algunas zonas como los Estados Unidos (principal lugar de origen de los turistas que ingresan al Caribe) podría motivar a los viajeros a optar por otros destinos.

**RECUADRO II.3**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO QUE**  
**PODRÍAN AFECTAR GRADUALMENTE EL TURISMO**

Probabilidades	Efectos directos	Efectos indirectos
Casi con certeza	Modificación de la duración y calidad de las estaciones turísticas determinadas por el clima	▲ Exigencia de medidas de preparación para situaciones de emergencia
Con bastante certeza	Probable modificación de varios fenómenos meteorológicos extremos como consecuencia de los cambios climáticos previstos	▲ Gastos de explotación (por concepto de seguros, sistemas de reserva para el suministro de agua y electricidad y medidas de evacuación)
Muy probable	Daños en la infraestructura	▲ Aumento del precio de los viajes como consecuencia de las políticas migratorias
Probable	Desplazamiento hacia latitudes y altitudes superiores de las condiciones climatológicas que atraen el turismo	▲ Mayor número de brotes de enfermedades

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización Mundial del Turismo (OMT), “Declaración de Davos. Cambio climático y turismo: responder a los retos mundiales”, 3 de octubre.

Se prevé que las playas del Caribe (Mimura y otros, 2007), uno de sus principales atractivos, se verán afectadas por la erosión marina (véase el gráfico II.5). Por otra parte, es posible que se produzca un blanqueamiento del 75% de los bancos de coral de esta zona, puesto que tendrían que resistir una variación térmica de entre 0,2° y 0,3°C por década en los próximos 30 a 50 años (Wilkinson y Souter, 2008)<sup>5</sup>.

Un análisis realizado en Barbados reveló que con 0,5 m de incremento del nivel del mar se perdería el 38% de las playas y el 30% de los nidos de tortugas (Fish y otros, 2005).

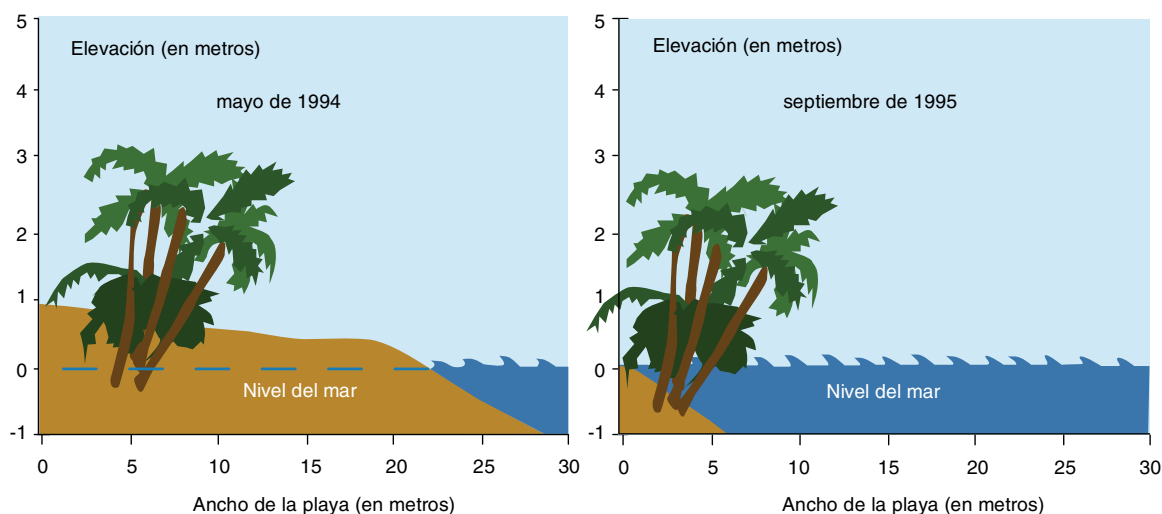
El turismo es vulnerable a los ciclones. En 2005, los principales destinos turísticos de México en la zona del Caribe fueron azotados por tres grandes huracanes —Emily, Stan y Wilma— que afectaron principalmente a Cancún. El monto de los daños provocados por Wilma se estimó en 1.788 millones de dólares, más del 90% de los cuales correspondieron al sector de turismo (CEPAL, 2005). La Organización Mundial del Turismo sugiere aplicar medidas suplementarias de preparación para las emergencias y la interrupción de las actividades comerciales, así como aumentar los gastos de explotación en materia de seguros, sistemas de reserva de agua y electricidad y métodos de evacuación (OMT, 2007a).

En América del Sur la actividad turística se vería menos afectada que en otras regiones del mundo. De acuerdo con un estudio de la OMT (2003), el turismo de ski en los Andes (Chile y la Argentina) podría incluso tener un aumento significativo. Sin embargo, cabe destacar que el trabajo no incluyó la reducción de los glaciares. En el Estado Plurinacional de Bolivia, por ejemplo, la disminución de la mitad de la superficie del glaciar Chacaltaya ya ha provocado la eliminación total del turismo en esta zona, desde mediados de 1990 (Gobierno de Bolivia, 2000).

<sup>5</sup> Los autores del informe del IPCC sugieren que el blanqueamiento del coral podría prevenirse si se realizan esfuerzos por reducir significativamente las emisiones y de conservación de los recursos marinos locales, ya que ambos son necesarios para evitar la degradación a largo plazo de los ecosistemas coralinos.



**GRÁFICO II.5**  
**DOMINICA: CAMBIOS EN COCONUT BEACH TRAS**  
**LA TEMPORADA DE HURACANES DE 1995**



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/GRID-Arendal, “Changes to Coconut Beach (Dominica) after the 1995 hurricane season” [en línea] <http://maps.grida.no/go/graphic/changes-to-coconut-beach-dominica-after-the-1995-hurricane-season>.

Nota: Durante el período comprendido entre mayo de 1994 y septiembre de 1995 esta playa cambió completamente, ya que a causa del incremento del nivel del mar y de las tormentas quedó sin arena. Las costas se tornaron aun más vulnerables al oleaje, lo que provocó que el mar fuera ganando terreno y convirtiendo a la zona en un área erosionada y menos atractiva para el turismo.

## E. El sector industrial

En los últimos 15 años, la participación del sector manufacturero en el valor agregado de los países de la región se ha reducido. Solo en el Brasil y en algunas economías centroamericanas se observa un pequeño incremento del aporte relativo de la industria.

En el período 1990-2005, la participación media de la industria en el PIB alcanzó un 20%, lo que revela el grado de desarrollo del aparato industrial en los países de la región. Los de mayor tamaño (excluido México) registran un coeficiente de industrialización superior al 20%, mientras que los países medianos y pequeños (América del Sur y Centroamérica) se mueven en un rango del 15% al 20% y en los del Caribe alcanza valores inferiores al 15% (CEPAL, 2008a). En cuanto a los efectos del cambio climático en el sector manufacturero, la composición es importante, lo cual requiere de un esfuerzo adicional de investigación a escala regional.

**CUADRO II.7**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: COEFICIENTE DE INDUSTRIALIZACIÓN**  
*(Valor agregado manufacturero como porcentaje del PIB)*

		1990	2002	2005
Países grandes	Argentina	24,9	21,3	23,2
	Brasil	22,7	22,0	23,0
	México	20,6	18,4	17,5
Países medianos	Chile	18,1	19,7	18,0
	Colombia	18,6	15,0	14,2
	Perú	19,7	16,1	16,3
	Venezuela (República Bolivariana de)	27,1	17,0	17,6
Países pequeños América del Sur	Bolivia (Estado Plurinacional de)	18,2	14,4	13,8
	Ecuador	13,9 <sup>a</sup>	13,3	13,3
	Paraguay	18,5	17,1	15,6
	Uruguay	26,5	16,5	21,9
Centroamérica	Costa Rica	21,7	20,6	21,3
	El Salvador	21,8	23,8	22,2
	Honduras	16,3	20,5	20,1
	Nicaragua	16,9	19,3	17,9
Caribe	Panamá	13,3	8,2	7,5 <sup>b</sup>
	Antigua y Barbuda	3,2	2,2	1,9
	Barbados	8,0	6,5	6,9 <sup>b</sup>
	Belice	12,9	9,2	8,6 <sup>b</sup>
	Dominica	6,6	7,1	7,5
	Granada	6,2	6,4	5,5
	Guyana	5,2	3,4	3,6
	Haití	14,2	10,0 <sup>c</sup>	s.d.
	Jamaica	17,5	13,5	13,1
	Santa Lucía	7,7	4,5	5,1
	San Vicente y las Granadinas	8,1	6,3	5,3
Suriname	11,7	16,3	16,3 <sup>b</sup>	
Trinidad y Tabago	6,2	8,0	6,2	
<b>América Latina y el Caribe (promedio ponderado)</b>		<b>21,9</b>	<b>19,0</b>	<b>19,4<sup>b</sup></b>

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). En el caso del Ecuador, cifras del Banco Central del Ecuador.

Nota: El promedio de América Latina y el Caribe incluye datos de la CEPAL sobre el Ecuador.

<sup>a</sup> Datos de 1993.

<sup>b</sup> Datos de 2004.

<sup>c</sup> Datos de 2000.

Las principales exportaciones regionales son recursos energéticos y minerales (Jiménez y Tromben, 2006). De acuerdo con la participación media de este tipo de productos en las exportaciones totales durante el período 1980-2005, los países pueden clasificarse en los tres grupos siguientes.

- El primer grupo está integrado por la República Bolivariana de Venezuela, en que el aporte de las exportaciones de petróleo alcanza un 79% del total, y Trinidad y Tabago, en que el petróleo y el gas natural representan el 66% de las exportaciones totales.

- En el segundo se cuentan Chile y el Ecuador, cuyas exportaciones de cobre en el primer caso y de petróleo en el segundo representaron una participación anual media superior al 40% de las exportaciones totales (40,9% en Chile y 45,6% en el Ecuador).
- El tercer grupo se compone del Estado Plurinacional de Bolivia, Colombia y México, en que la participación de los productos no renovables en las exportaciones totales alcanzó entre el 20% y el 35%.

Según el IPCC (2007a), los efectos directos del cambio climático en el sector industrial se verán principalmente a nivel de costo de la energía, construcción e integridad de la infraestructura (carreteras, puertos y otros). Las eventuales variaciones del costo de la energía, así como las nuevas condiciones y exigencias en materia de construcción de edificios e infraestructura implicarían que el sector de la construcción tendría que someterse a las nuevas regulaciones y estándares vinculados al clima, además de los posibles cambios en el comportamiento y las preferencias de los consumidores.

Los efectos del cambio climático en los sectores agrícola, pesquero y forestal afectarán indirectamente a las agroindustrias, por ejemplo, la alimentaria (Wilbanks y otros, 2007). Las actividades industriales que dependen de los recursos hídricos tales como la minería, las industrias de energía y los servicios sanitarios podrían enfrentar escasez de agua (véase el recuadro II.4).

#### **RECUADRO II.4 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO QUE PODRÍAN AFECTAR A LA INDUSTRIA**

<b>Sector</b>	<b>Efectos directos</b>	<b>Efectos indirectos</b>
Edificación Construcción, ingeniería civil	Costos de la energía, materiales para exterior de los edificios, integridad estructural, procesos de construcción, servicios de infraestructura	Estándares y regulaciones vinculados al clima, cambios en las preferencias de los consumidores
Infraestructura Energía, agua, telecomunicaciones, transporte	Integridad estructural de infraestructura, capacidad operativa, sistemas de control	Cambios en la demanda media y de punta, estándares de servicio más exigentes
Industrias de uso intensivo de recursos naturales Papel y celulosa, procesamiento de alimentos y otras	Riesgo de mayor costo de los recursos primarios, cambios en el patrón de producción regional	Cambios o modificaciones en la cadena de producción, cambios de estilo de vida que influyan en la demanda

Fuente: T.J. Wilbanks y otros, "Industry, settlement and society", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.

En algunas comunicaciones nacionales al IPCC se incluyó la identificación del área más vulnerable a los efectos del cambio climático, que en algunos casos corresponden a zonas industriales, agrícolas o ambas, como por ejemplo, la zona del Caribe en Colombia (Gobierno de Colombia, 2001).

En México se realizó un estudio orientado a evaluar la vulnerabilidad de las zonas industriales (Sánchez, 2004) en que se concluyó que la rama más vulnerable sería la industria pesada, incluida la generación de energía eléctrica y el sector petrolero del país, dado que sus diversos procesos industriales y su ubicación geográfica son sensibles a las variaciones climáticas. La generación hidroeléctrica y termoeléctrica en Chile y la Argentina, por ejemplo, dependen en gran medida de la disponibilidad de agua.

Además, los eventos hidrometeorológicos extremos podrían afectar la integridad de la cadena productiva en lo que respecta al suministro y transporte de productos a los mercados. En este sentido, la ubicación de las zonas industriales será fundamental para determinar su menor o mayor riesgo ante el cambio climático.

## F. Asentamientos humanos e infraestructura

Para los asentamientos humanos, los riesgos provienen de la reducción de las fuentes de agua potable, el incremento de las enfermedades y los fenómenos meteorológicos extremos. Las situaciones de mayor vulnerabilidad se presentarán en los lugares donde se ubica la población más empobrecida y en las zonas de alto riesgo.

De acuerdo con cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el período 1990-2004 el acceso a agua potable aumentó alrededor del 13% medio a nivel regional. En las zonas urbanas el incremento fue del 93% al 96% y en las rurales, del 60% al 73%. Sin embargo, 50,3 millones de personas aún no cuentan con agua potable, más del 60% de las cuales habita en zonas rurales (OMS/UNICEF, 2007).

Debido al crecimiento de la población, el costo del suministro de agua potable se ha incrementando 10 veces en el último siglo. Esto ha afectado especialmente a países como México y el Brasil, que son los principales consumidores de recursos hídricos en América Latina y el Caribe (CEPAL, 2002).

Además, el volumen de reservas hídricas disponibles ha disminuido a causa de la reducción de las precipitaciones y del retroceso glaciar en algunas zonas. A su vez, la calidad del agua se ha visto afectada por factores como la deforestación, la expansión urbana, el uso inadecuado de los recursos y las malas prácticas agrícolas (PNUMA, 2003).

En algunos escenarios climáticos se prevé que las sequías y las inundaciones agravarían la escasez de agua en algunas regiones. En América Latina, el número de personas afectadas por este problema oscilaría entre 12 y 81 millones en 2025 y de 79 a 178 millones en 2055. Los países del Caribe podrían afrontar dificultades para abastecer su demanda hídrica durante los períodos de bajas precipitaciones, especialmente en los escenarios A2 y B2 del IPCC, ya que algunas islas dependen en gran medida de las fuentes superficiales (Arnell, 2004) (véase el cuadro II.8).

**CUADRO II.8**  
**AMÉRICA LATINA: INCREMENTO NETO DE LA POBLACIÓN**  
**AFECTADA POR ESTRÉS HÍDRICO, 2025 Y 2055**  
(En millones de personas)

Escenario	1995	2025		2055	
		Sin cambio climático <sup>a</sup>	Con cambio climático <sup>b</sup>	Sin cambio climático <sup>a</sup>	Con cambio climático <sup>b</sup>
A1 HadCM3	22,2	35,7	21	54,0	60,0
A2 HadCM3	22,2	55,9	37 – 66	149,3	60,0 – 150,0
B1 HadCM3	22,2	35,7	22	54,0	74,0
B2 Had CM3	22,2	47,3	7 – 77	59,4	62,0

Fuente: N. Arnell, "Climate change and global water resources: SRES scenarios emissions and socio-economic scenarios", *Global Environmental Change*, vol. 14, 2004.

<sup>a</sup> Según Arnell (2004), cuadro 7.

<sup>b</sup> Según Arnell (2004), cuadros 11 y 12.

Otro escenario (Warren y otros, 2006)<sup>6</sup> en que se determinó el nivel de estrés hídrico<sup>7</sup> en función del aumento de las temperaturas y del crecimiento poblacional reveló que el incremento de las primeras contribuiría a cambiar la situación hídrica de miles de millones de personas. De acuerdo con este criterio, la población de América del Sur sería la más afectada por la falta de recursos hídricos.

La población cuyo suministro de agua depende del deshielo se vería afectada durante la estación seca. Es el caso de los millones de personas que habitan en la región andina del Estado Plurinacional de Bolivia<sup>8</sup>, Colombia<sup>9</sup>, el Perú<sup>10</sup> y Chile (Casassa, 2007), donde se observa un retroceso del nivel de los glaciares que ha afectado a algunos sectores productivos. En el recuadro II.5 se resumen los factores que influyen en la disponibilidad de recursos hídricos.

### RECUADRO II.5 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS

Factores que afectan la disponibilidad de recursos hídricos	Efectos socioeconómicos
▲ Crecimiento urbano acelerado	▲ Cortes del suministro de agua potable en muchas ciudades
▲ Incremento de la pobreza	▲ Porcentajes elevados de la población urbana sin acceso a servicios sanitarios básicos
▼ Baja inversión en infraestructura para el suministro de agua potable	▲ Alto nivel de contaminación de recursos del subsuelo debido a la falta de servicios de tratamiento de aguas
	▲ Falta de sistemas urbanos de alcantarillado
	▲ Ocupación de valles inundables en épocas de sequía
	▲ Serias repercusiones durante la época de inundaciones

Fuente: C.E.M. Tucci, "Urban drainage in specific climates", *Urban Drainage in Humid Tropics*, vol. 1, Technical Documents in Hydrology Series, París, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 2001.

<sup>6</sup> El estudio se basó en los resultados del análisis hidrológico de Arnell (2004) respecto de la década de 2080. Los resultados no incluyeron los efectos de la adaptación, ya que este indicador mide la disponibilidad del recurso y no su utilización.

<sup>7</sup> Este indicador muestra la disponibilidad de agua, pero no refleja las posibilidades reales de acceso al recurso. Según las Naciones Unidas, un país tiene escasez de agua o estrés hídrico severo si el suministro baja de los 1.100 metros cúbicos anuales por persona, mientras que en una situación de escasez absoluta o estrés hídrico extremo el suministro de agua es inferior a los 500 metros cúbicos anuales por persona (Stern, 2006).

<sup>8</sup> Desde 1991, el glaciar Zongo ha perdido el 9,4% de su superficie y podría desaparecer en 2045-2050, lo que provocaría serios problemas en el sector agrícola y la sustentabilidad de las vegas andinas. Por su parte, el glaciar Chacaltaya podría desaparecer en 2010, ya que ha perdido casi la mitad de su superficie y dos terceras partes de su volumen. Ello significaría la pérdida casi total del turismo y de las actividades de ski en esta zona (Francou y otros, 2003, citado en IPCC, 2007a).

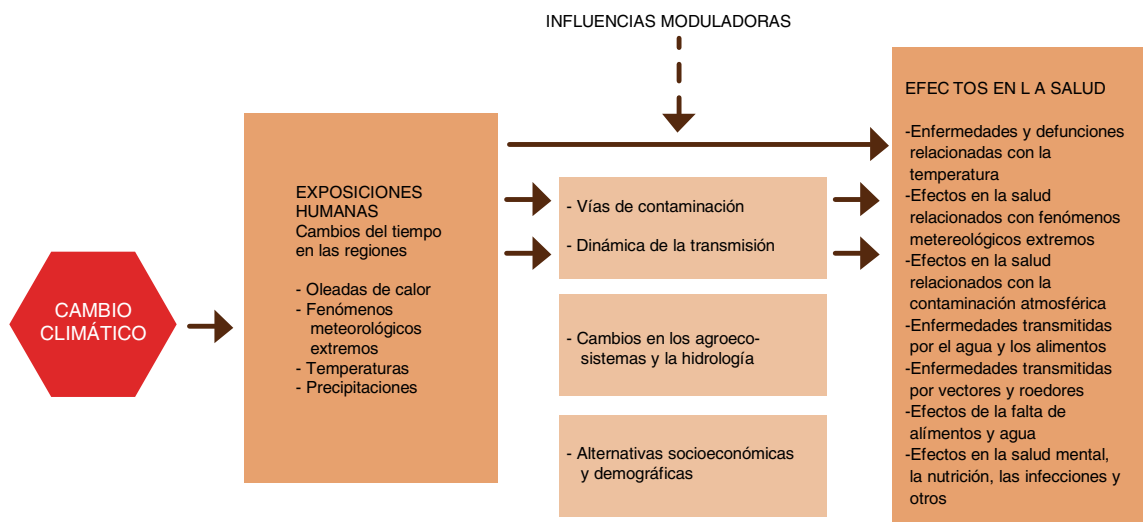
<sup>9</sup> El volcán nevado Santa Isabel ha experimentado un retroceso de su zona glaciar que está vinculado a la dinámica reciente de la sierra nevada de El Cocuy (sobre rocas sedimentarias). De acuerdo con las mediciones de campo realizadas durante la última década (1990-2000), se ha producido un deshielo medio de 10 a 15 metros anuales, que puede variar en condiciones meteorológicas extremas (Comunicación nacional de Colombia).

<sup>10</sup> Entre 1972 y 1997, el glaciar Broggi ha perdido el equivalente a unos 29 millones de metros cúbicos de agua, o una superficie total de 53 hectáreas. En el período 1980-1997, el glaciar Uruashraju disminuyó 33,4 hectáreas, lo que equivale a una pérdida de 33,16 millones de metros cúbicos de agua de masa glaciar. A su vez, desde 1980 hasta la fecha, el retroceso medio del glaciar Yanamarey ha aumentado a 20,3 metros anuales, mientras que la superficie del glaciar Santa Rosa disminuyó 25,5 hectáreas en el período 1962-1997, con una pérdida de 59,8 millones de metros cúbicos de agua; el retroceso acumulado del frente fue de 525 metros. En los últimos 50 años, estos cuatro glaciares han perdido más de 188 millones de metros cúbicos de sus reservas de agua, lo cual afectará el suministro de recursos hídricos en las cuencas del Santa y del Huaraz (Gobierno del Perú, 2001).

## 1. La salud pública

En lo que respecta a los efectos del cambio climático en la salud, el IPCC (2007a) ha advertido, con alto nivel de confianza, que se producirá un aumento de las tasas de desnutrición y del número de defunciones y de personas enfermas a causa de fenómenos meteorológicos extremos, así como una ampliación de la gama de enfermedades vinculadas a la pérdida de cobertura vegetal y a la contaminación de las aguas (véase la diagrama II.2). En 2001, el IPCC señaló además que el calentamiento de los océanos podría provocar una contaminación de los frutos del mar, lo que a su vez aumentaría la frecuencia de envenenamientos debido a su consumo.

**DIAGRAMA II.2**  
**EFFECTOS ADVERSOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD HUMANA**



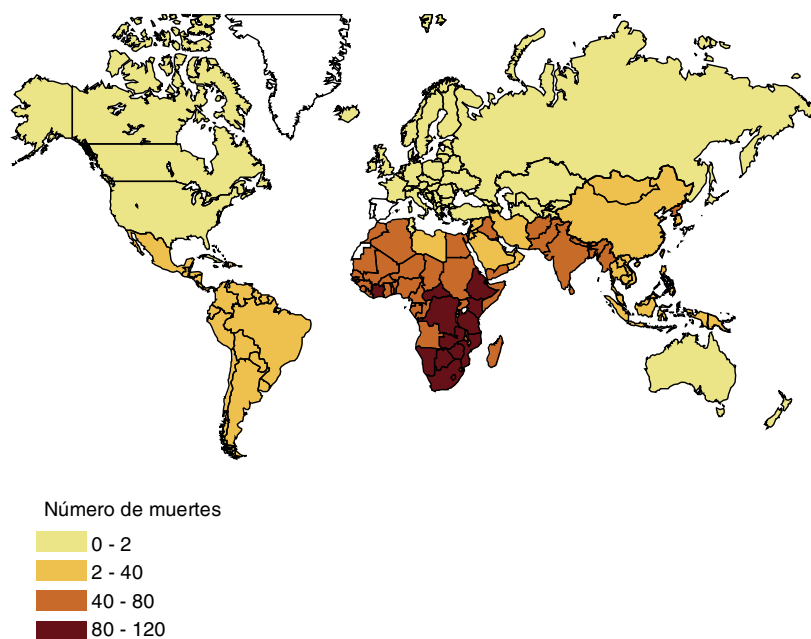
Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS), *Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen*, Ginebra, 2003.

Los escenarios apuntan a un incremento importante de la mortalidad que obedecerá al aumento de las enfermedades transmitidas por vectores y vinculadas a la variación de la temperatura, tales como malaria, diarrea, dengue y desnutrición (Campbell-Lendrum y Corvalán, 2007; McMichael, 2004).

En algunos estudios comparativos de distintas ciudades (Londres, São Paulo y Nueva Delhi) se advierte que las oleadas de calor podrían incrementar los niveles de mortalidad (Hajat y otros, 2005). En otro trabajo reciente se calculó que por cada grado Celsius de aumento de la temperatura, a nivel mundial se producen hasta 20.000 defunciones adicionales provocadas por la contaminación del aire y el incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Jacobson, 2008).

Algunos análisis sugieren que el riesgo de exposición y transmisión de la malaria en la región aumentaría hasta un 18% con una variación de hasta 1°C de la temperatura (McMichael, y otros, 2004). En cuanto al dengue, la evolución histórica muestra un incremento del número de pacientes y de las zonas en que se ha informado la presencia de esta enfermedad (OPS, 2007b). El gráfico II.6 muestra el número de casos de enfermedad o muerte prematura vinculados al cambio climático en el año 2000. Las cifras correspondientes a América Latina y el Caribe obedecen principalmente a tres factores: inundaciones, malaria y diarrea.

**GRÁFICO II.6**  
**MUERTES ESTIMADAS ATRIBUIBLES AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL AÑO 2000,**  
**POR SUBREGIÓN**  
*(Por millón de habitantes)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización Mundial de la Salud (OMS), *Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen*, Ginebra, 2003.

Nota: Los bordes fronterizos indicados en este mapa se refieren solo a los efectos del cambio climático y no reflejan una opinión de las Naciones Unidas al respecto.

El aumento de los casos de malaria o dengue tendría efectos económicos significativos si se considera que en la última década dos terceras partes de ellos afectaron a la población que se encontraba en sus años más productivos (OPS, 2007a).

Las proyecciones mencionadas apuntarían a la necesidad de asignar recursos adicionales a los sistemas de salud y de aumentar el seguimiento y control de las enfermedades, así como de contar con una infraestructura hospitalaria adecuada que permita atender el creciente número de emergencias que surgen a partir de los fenómenos meteorológicos extremos.

## 2. Los grupos más vulnerables

Como se indica en el *Panorama social de América Latina* (CEPAL, 2007d), en el año 2006 el 36,5% de la población regional se encontraba en situación de pobreza y el 13,4% en niveles de extrema pobreza o indigencia. Además, entre 1987 y 2005 la población urbana aumentó del 69% al 77% del total (PNUMA, 2007) y en 2030 llegaría al 84%<sup>11</sup>.

De acuerdo con lo señalado por el IPCC (2001), muchos de los asentamientos humanos más pobres se ubican en zonas de alto riesgo y 60 de las 77 ciudades latinoamericanas más densamente pobladas están situadas en la costa. Esta combinación da lugar a que un segmento significativo de la población se encuentre expuesto a las inundaciones, a la contaminación de las napas freáticas con agua salada y a limitaciones en materia de disponibilidad y calidad del agua potable, así como al aumento del nivel del mar (IPCC, 2007a).

<sup>11</sup> Estas proyecciones son especulativas. Para mayor referencia, véase el capítulo 7 del cuarto Informe de evaluación del IPCC.

Es por ello que los fenómenos meteorológicos extremos muchas veces se producen en zonas anteriormente afectadas, que aún no han sido capaces de lograr una recuperación adecuada, con efectos acumulativos difíciles de superar. La superpoblación y la precariedad de los servicios básicos favorecen la aparición de vectores y organismos transmisores de enfermedades. La limitada preparación y la falta de planificación (Zapata, 2006) se suman a los demás factores mencionados.

Como lo señalan algunos informes, los niños y las mujeres (American Academy of Pediatrics, 2007) son más vulnerables a los efectos del cambio climático, dado que tienen un acceso limitado a los recursos y menos capacidades y oportunidades de participar en los procesos de toma de decisiones y de formulación de políticas.

La situación antes descrita indica que los gobiernos tendrán que concentrarse en la reducción de la pobreza, además de destinar un volumen significativo de recursos al mejoramiento de la infraestructura y de los servicios básicos, principalmente en las zonas de mayor pobreza.

## G. Resumen

- Los efectos previstos del cambio climático son especialmente importantes en el sector primario, pero los intervalos de tiempo dificultan su percepción. El cambio de los ecosistemas es lento y las pérdidas esperadas al año 2020 aún son poco significativas. Las curvas de productividad de los cultivos agrícolas en función de la temperatura y la humedad son similares. Se prevé que, inicialmente, el aumento moderado de la temperatura y de la fertilización por CO<sub>2</sub> contribuirían a aumentar la producción. Sin embargo, de acuerdo con estudios sobre los efectos económicos del cambio climático que se están realizando en México y el Brasil, los rendimientos disminuirían de manera generalizada si el incremento de la temperatura supera los 3°C, lo cual ocurriría alrededor de 2050. Las pampas brasileña y argentina son las regiones de América Latina y el Caribe en que podría aumentar el potencial productivo, mientras que en materia de pesca y de bosques se produciría un desplazamiento hacia latitudes superiores. Los efectos del cambio climático incluyen como factor agravante la proliferación de plagas y enfermedades. Las variaciones en materia de productividad del sector agrícola afectarán los precios y la seguridad alimentaria. Se prevé que los efectos adversos en la agricultura, el turismo y la pesca, más que en la silvicultura, influirán en la capacidad de generación de divisas de los países y, por ende, en la balanza comercial entre exportadores e importadores netos de bienes del sector primario.
- El sector industrial no estará ajeno a los efectos del cambio climático, principalmente debido a la escasez de insumos del sector primario, a los mayores costos de la construcción y al posible menoscabo de la infraestructura disponible (carreteras, puertos y otros).
- Se prevé que los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos en la población pobre serán elevados, sobre todo en las zonas urbanas.
- En el sector privado, los efectos tendrán importancia cuando se reflejen en las utilidades, pero aun así será difícil separar el cambio climático de la variabilidad climática experimentada en el pasado. También a los gobiernos, acostumbrados a la acción sectorial y a la externalización de los costos hacia las administraciones futuras, les será difícil trazar un umbral claro entre cambio y variación normal.
- Dado el horizonte temporal de las proyecciones, las respuestas no parecen urgentes, mientras que la idea de que en el futuro la riqueza será mayor representa un obstáculo para la toma de decisiones adecuadas.
- Como los servicios ambientales no se transan en el mercado, carecen de valor y su degradación paulatina no se contabiliza en el patrimonio nacional. Las pérdidas no son evidentes hasta que se resiente lo que sí tiene precio. Para entonces, sin embargo, la reacción podría ser demasiado tardía.





### III. Adaptación al cambio climático

Se entiende por adaptación, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), los ajustes en los sistemas ecológicos, sociales o económicos, como respuesta a los estímulos climáticos presentes o esperados y a sus efectos<sup>1</sup>. En este capítulo se hace una revisión de los tipos de adaptación necesaria, de los retos que enfrentan los responsables de adoptar decisiones y de algunas medidas sugeridas. Como se señaló en el capítulo anterior, la región de América Latina y el Caribe es vulnerable física y económicamente, con un sector primario importante que se vería directamente afectado y ello podría incrementar los niveles de pobreza y la desigualdad, amenazando el desarrollo sustentable (Conde-Álvarez y Saldaña-Zorrilla, 2007).

Como se analiza en los capítulos V y VI, las medidas de mitigación de los países de la región son de poco impacto global y regional porque es relativamente baja la contribución a las emisiones globales<sup>2</sup>. Sin embargo, la adaptación requerirá un considerable esfuerzo y, desafortunadamente, son pocos los casos donde coinciden las medidas de adaptación y mitigación. De ahí que deban verse en su mayor parte como esfuerzos no sinérgicos.

#### RECUADRO III.1 ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Se refiere al ajuste en los sistemas naturales, en los de creación humana, o en ambos, como respuesta a los estímulos climáticos y sus efectos actuales o esperados, ajustes que podrían moderar los daños ocasionados e incluso explotar oportunidades de beneficio.

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Cambio climático 2001: informe de síntesis. Resumen para responsables de políticas*, Ginebra, 2001.

<sup>1</sup> En los artículos 2 y 4 (4.1(b,e,f), 4.8 y 4.9) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se reconoce la importancia de la adaptación para enfrentar el cambio climático.

<sup>2</sup> Ello no significa que deban desatenderse las medidas de mitigación: la suma de esas contribuciones es igualmente importante en cualquier esfuerzo global por mantener las emisiones de gases de efecto invernadero del planeta en un curso que permita estabilizar la temperatura media.

El proceso adaptativo supone ajustes para reducir la vulnerabilidad y fortalecer la capacidad de recuperación tras los cambios observados y esperados en el clima. Pero estos cambios, para producirse, necesitan estar acompañados por la percepción de riesgo climático o de oportunidades, tanto en los gobiernos como en la población (Adger y otros, 2007).

En el cuadro III.1 se muestra cómo se podría ver afectada la sostenibilidad de los países de la región, a partir de las dificultades para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), y se proponen algunas áreas de adaptación necesarias (PNUMA/SERMANAT, 2006; CMNUCC, 2007c y PNUD, 2007).

### CUADRO III.1 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO QUE PODRÍAN INCIDIR EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO

ODM	Consecuencias potenciales del cambio climático <sup>a</sup>
<b>Objetivo 1:</b> Erradicar la pobreza extrema y el hambre	Se proyecta que el cambio climático afectará los modos de vida de la población más pobre, por ejemplo su salud, el acceso al agua, viviendas e infraestructura. Se proyectan alteraciones en la modalidad y en la tasa del crecimiento económico a causa de cambio en los sistemas naturales, infraestructura y productividad laboral. Se esperan alteraciones de la seguridad alimentaria como consecuencia de la reducción en la productividad de granos básicos. Se esperan tensiones sociales por el uso de recursos que podrían reducir las oportunidades de ingreso y, en consecuencia, ocasionar migraciones.
<b>Objetivo 2:</b> Lograr la enseñanza primaria universal	Pérdida de modos de vida (capital social, natural, físico, humano y financiero) que podrían reducir las oportunidades de educación de tiempo completo. Los desastres naturales y la sequía reducen el tiempo disponible para la educación de los niños, ya que provocan desplazamiento de los lugares de origen y migración. La malnutrición y las enfermedades reducirán la asistencia a las escuelas y la habilidad de los niños para aprender en clase.
<b>Objetivo 3:</b> Promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer	Se espera que el cambio climático exacerbe las actuales inequidades de género. La disminución de los recursos naturales y de la productividad agrícola podría incrementar la presión en la salud de las mujeres y reducir el tiempo disponible para participar en los procesos de decisión, así como en las actividades que le permitan generar ingresos. Se ha determinado que los desastres climáticos tienen graves consecuencias en los hogares con jefatura femenina, particularmente donde las jefas de familia cuentan con menos oportunidades para recomenzar.
<b>Objetivo 4:</b> Reducir la mortalidad de los niños menores de 5 años	Los posibles incrementos de la mortalidad y las enfermedades relacionadas con el aumento de la temperatura, las enfermedades transmitidas por vector y la presión sobre los recursos hídricos impide cumplir la meta de combate a las enfermedades. Niños y mujeres embarazadas particularmente susceptibles a las enfermedades transmitidas por vectores.
<b>Objetivo 5:</b> Mejorar la salud materna	El cambio climático podría disminuir la cantidad y calidad de agua potable, que es condición previa para una buena salud y cuya escasez exacerba la malnutrición. Los desastres naturales podrían perjudicar la seguridad alimentaria, lo cual incrementa la malnutrición.
<b>Objetivo 6:</b> Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades	El estrés hídrico y las condiciones de temperaturas más altas aumentarían las enfermedades. Las personas afectadas por el SIDA tienen condiciones de vida más vulnerables y la malnutrición aceleraría los efectos negativos de esta enfermedad.
<b>Objetivo 7:</b> Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente	El cambio climático alterará la calidad y productividad de los recursos naturales y ecosistemas; algunos de estos cambios podrían ser irreversibles, reducir la diversidad biológica y acentuar la degradación ambiental.
<b>Objetivo 8:</b> Fomentar una alianza mundial para el desarrollo	El cambio climático es un tema global que requiere cooperación internacional en la respuesta, especialmente para ayudar a los países en desarrollo a adaptarse a las repercusiones negativas del cambio climático. Las relaciones internacionales necesitan fortalecerse ante los efectos climáticos esperados.

Fuente: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), "National communications from non-annex I parties" [en línea] [http://unfccc.int/national\\_reports/non-annex\\_i\\_natcom/items/2716.php](http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2716.php), 2007.

<sup>a</sup> A partir de las comunicaciones nacionales de los países no pertenecientes al anexo I y del sexto informe de compilación y síntesis de comunicaciones nacionales iniciales de los países no incluidos en el anexo I de la CMNUCC, elaborado por la Secretaría, addendum 5, "Impactos del cambio climático, medidas de adaptación y estrategias de respuesta".

## A. Medidas de adaptación requeridas

En América Latina y el Caribe ya está en marcha la adaptación sobre la base de medidas aisladas como atención y recuperación en caso de desastres naturales, o en el sector agropecuario mediante el cambio o mezcla de cultivos, en su mayoría de tipo espontáneas o reactivas (PNUD, 2007; CMNUCC, 2007c).

Recientes análisis desde el punto de vista de la adaptación (Magrin y otros, 2007; Levine y otros, 2007; McGray, Hammill y Bradley, 2007) subrayan la existencia de proyectos nacionales y regionales, incluidas políticas de protección de ecosistemas naturales, recursos hídricos, zonas costeras, agricultura y silvicultura y salud humana, que no fueron diseñados para la adaptación pero que ayudan en este proceso. Hay otra recopilación de iniciativas de adaptación en América Latina y el Caribe, que realizó el Instituto de los Recursos Mundiales (McGray, Hammill y Bradley, 2007) y que se presenta en el cuadro III.2. Estas iniciativas contribuyen a aumentar la capacidad de recuperación de los países y de la región, a pesar de que no necesariamente fueron adoptadas como adaptación al cambio climático.

**CUADRO III.2**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: SELECCIÓN DE EJEMPLOS DE ADAPTACIÓN**  
**AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Sector	País	Proyecto	Escala geográfica	Tipo de asentamiento
Agricultura	Ecuador	Analogía Forestal Nuevo Mundo	Comunitaria	Rural
	El Salvador	Agricultura resistente a la sequía	Subnacional	Rural
	El Salvador	Estrategia y medidas de adaptación al cambio climático en áreas rurales de la costa central de El Salvador	Subnacional	Rural
	Guatemala	Estudios de cambio climático en Guatemala con énfasis en la adaptación	Nacional	Ambos, urbano y rural
	Multinacional (Centroamérica)	Incremento de la resiliencia de las comunidades localizadas en las montañas tropicales mediante la restauración del paisaje boscoso	Multinacional	Rural
	Perú	Sistema de irrigación Waru Waru	Comunitaria	Rural
Manejo de riesgo de desastres	Argentina	Preparación para desastres ocasionados por el cambio climático	Nacional	n.d.
	Brasil	Proyecto de reforestación de la comunidad de Río de Janeiro	Subnacional	Urbano
	Colombia	Fase II- Proyecto de reducción de vulnerabilidad de desastres	Subnacional	Urbano
	Costa Rica	Capacitación para la preparación de la comunidad ante las inundaciones	Comunitaria	Rural
	Cuba	Marco para la reducción de desastres	Nacional	n.d.
	Guatemala	Preparación para desastres ocasionados por el cambio climático	Subnacional	Urbano
	Nicaragua	Preparación para desastres ocasionados por el cambio climático	Nacional	n.d.
	Nicaragua	Adaptación al cambio climático mediante el manejo de riesgo de desastres en Waspam, Bonanza, Rosita y Santa Teresa	Comunitaria	Rural
	Trinidad y Tabago	Preparación para desastres ocasionados por el cambio climático	Nacional	n.d.
Salud humana	Cuba	Programa de vacunación	Nacional	n.d.

Cuadro III.2 (conclusión)

Sector	País	Proyecto	Escala geográfica	Tipo de asentamiento
Salud humana y recursos hídricos	Bolivia (Estado Plurinacional de)	Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en regiones semiáridas y montañosas	Subnacional	Rural
	Colombia	Programa integral de adaptación nacional	Nacional	Rural
Recursos hídricos	Bolivia (Estado Plurinacional de)	Almacenamiento de agua de lluvia en Qhuthañas (pequeñas represas)	Subnacional	Rural
	Brasil	Mejoramiento de la productividad agrícola mediante bombeo fotovoltaico de agua en Pintadas	Comunitaria	Rural
	Colombia	Monitoreo y restauración de humedales	Comunitaria	Rural
Zonas costeras	Colombia	Mejoramiento de la capacidad de adaptación al incremento del nivel del mar en la costa Tumaco del Pacífico y en Cartagena, costa del Caribe	Nacional	Ambos urbano y rural
	Cuba	Tecnología para la restauración de playas	Nacional	n.d.
	Guyana	Planeación para la adaptación al incremento del nivel del mar	Nacional	n.d.
	Multinacional (Naciones del Caribe)	Fortalecimiento para la adaptación al cambio climático	Multinacional	n.d.
	Multinacional (Dominica, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas)	Proyecto para la implementación de las medidas de adaptación en zonas costeras	Multinacional	n.d.
	Suriname	Modos de vida sustentables en las zonas costeras	Nacional	Ambos urbano y rural
Energía	Argentina	Electricidad renovable en asentamientos alejados en la provincia de Jujuy	Comunidad	Rural

Fuente: H. McGray, A. Hammill y R. Bradley, *Weathering the Storm: Options for Framing Adaptation and Development*, Washington, D.C., Instituto de los Recursos Mundiales, 2007.

A continuación se presentan lineamientos para la adaptación sectorial, destacados en la literatura:

- **Ecosistemas:** El capítulo de América Latina del IPCC (Magrin y otros, 2007) contiene sugerencias que ayudarían a reducir la degradación de los ecosistemas, como el diseño y la implementación de políticas para la planificación y el manejo de recursos naturales.
- **Recursos hídricos:** Se trata de prácticas que se aprecian principalmente en municipios de países desarrollados, pero es posible que los países en desarrollo también puedan adoptarlas. Algunas opciones son la desalinización de agua de mar y la expansión del almacenamiento de agua de lluvia. Con respecto a la demanda del recurso hídrico, se subraya la eficiencia de uso y el reciclaje, la reducción del riego, mediante cambios en las fechas de cultivos y en los métodos de riego, la promoción de prácticas indígenas de uso sostenible del agua y la expansión del uso de incentivos económicos para la conservación (Kundzewicz y otros, 2007).
- **Sector agrícola:** Es posible que el sector agrícola, debido a su exposición, su mayor heterogeneidad y sus potenciales repercusiones, demande la acción adaptativa y el financiamiento conjunto del sector público y el privado, en forma decidida y en menor plazo. El carácter de bien público de la adaptación agrícola, los mayores niveles de pobreza en el medio rural y la mayor probabilidad de que se generen externalidades negativas de difícil solución son argumentos

fuertes que justifican el desarrollo de políticas públicas en este sector, particularmente en los sitios donde las externalidades positivas sean más evidentes. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2007a) sugiere la mezcla de granos, de animales de crianza, la inversión en equipos de riego que permitan mejorar el régimen de drenado, la creación de infraestructura para almacenaje, el control y manejo de plagas y de enfermedades patógenas, además de la creación de un sistema de seguros contra riesgos.

- **Fenómenos extremos:** Las evaluaciones de desastres realizadas por la CEPAL en la región señalan la necesidad de sostener la adaptación a largo plazo para disminuir el impacto de los fenómenos extremos, tanto en sus aspectos socioculturales como económicos (Zapata, 2006). Dada la composición sociocultural de la región y las modalidades actuales en el tratamiento de desastres naturales, la fórmula predominante es solventar los costos del desastre una vez que se producen, en un marco de numerosas externalidades, donde los costos de particulares se transfieren a los gobiernos locales, nacionales y, en muchos casos, a la cooperación internacional.
- **Salud:** La CMNUCC (2007a) considera que el principal requisito de adaptación en la salud humana radica en mejorar los sistemas de salud pública, particularmente, crear o mejorar los sistemas de vigilancia que permitan identificar la presencia o aparición de nuevas enfermedades. Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (2003) propone un mejor entendimiento de la compleja relación causal entre el cambio climático y los patrones de transmisión de enfermedades, principalmente en tres áreas: a) el seguimiento histórico de la variabilidad climática y la ocurrencia o propagación de enfermedades infecciosas; b) la observación de indicadores de nuevos efectos de las enfermedades infecciosas por el cambio climático a largo plazo, y c) la creación de modelos que permitan estimar la carga futura de las enfermedades infecciosas.
- **Zonas costeras:** Ante el potencial incremento del nivel del mar, la protección de los sistemas naturales como manglares y bancos de coral puede incrementar la capacidad de reacción ante el cambio climático. El costo de la protección de zonas costeras será mucho menor que las pérdidas en las áreas amenazadas (Nichols y otros, 2007) y por ello se sugieren tres opciones básicas para la adaptación de estas zonas: la protección, el acondicionamiento y el retiro de zonas o usos que pudieran ser muy vulnerables.

El conjunto de estas medidas podría ayudar a reducir el riesgo en los sectores turístico, pesquero, silvícola e industrial.

Como medidas complementarias de tipo transversal se propone rehabilitar las condiciones de producción para reducir pérdida de ingresos y bienestar, considerar programas de microcrédito para viviendas, rehabilitar y reconstruir los sistemas de vigilancia y alerta temprana y preparar zonas preferentes para reubicación.

Naturalmente, se entiende que se fortalecerá la gestión ambiental y algunos de sus mecanismos como los programas de manejo de cuencas, el pago de servicios ambientales, la gestión del riesgo en torno a biosistemas y cuencas por medio de mapas regionales de amenazas, vulnerabilidad y riesgo. Tendrían que introducirse algunos instrumentos regionales (mesoamericanos, caribeños, latinoamericanos) de gestión y transferencia del riesgo nuevos, como la modificación de los mecanismos de evaluación de inversión en infraestructura para hacer exigibles los requisitos adicionales para la adaptación, lo cual requeriría la operación segura de la infraestructura.

## B. Retos para la adaptación

Entre los principales retos se encuentran los siguientes:

- Incertidumbre científica y en las relaciones causales para cuantificar los recursos para la adaptación. En particular, es problemático identificar las consecuencias adicionales y por lo tanto determinar la línea de base en la mayoría de los casos, formular metodologías de valoración de los efectos económicos, estimar el costo total, impactos sobre valores no mercantiles (como los servicios ecosistémicos), la distribución de los costos entre agentes privados y públicos y la simultaneidad y sinergia entre los cambios.
- Localización y especificidad de las medidas requeridas.
- Los conocimientos disponibles y la capacidad de acción de las autoridades encargadas de la gestión económica, social y ambiental en los países, así como la creación de instituciones nacionales o regionales para el seguimiento y la información por tratarse de bienes públicos.
- Recursos para financiar las actividades y los programas de adaptación (públicos, privados y de cooperación internacional).

Otras consideraciones están vinculadas a las medidas de respuesta al cambio climático que están adoptando los países incluidos en el anexo I en materia de contenido de emisiones en el comercio internacional, que se analizarán más adelante.

### 1. Costos: incertidumbre científica y de cuantificación de recursos

Las evaluaciones nacionales para conocer dónde, cuánto y quiénes deben invertir en adaptación comenzaron con la elaboración de comunicaciones nacionales. Sin embargo, estas evaluaciones, como ejercicio sistemático, integral y a largo plazo, recién se iniciaron en 2007, de manera que se estima que se contará con información confiable a finales de 2009<sup>3</sup>.

Los modelos climáticos y geoespaciales a escalas de resolución que permitan mostrar los cambios con el nivel de detalle suficiente para la mayor parte de América Latina y el Caribe aún están en proceso, con algunas excepciones como el Brasil, México, el Ecuador, Colombia y Chile, entre las más destacadas. Una vez precisado el sentido y la magnitud del cambio, se podrá realizar su valoración económica.

Otra dificultad radica en que las manifestaciones del cambio climático no son esencialmente distintas de la variabilidad climática, aun en sus manifestaciones extremas. Con relación a los costos de adaptación, diferenciar costos adicionales de costos totales de adaptación puede carecer de sentido en la mayoría de los casos, puesto que los costos deberán ser asumidos en su totalidad.

Las actividades de estimación de costos del cambio climático hasta la fecha han sido heterogéneas en los países y subregiones. En 2008 se avanzó en el estudio del impacto económico en el Brasil, financiado por el Reino Unido a través del Banco Mundial. La Comunidad Andina financió a la Universidad del Pacífico para elaborar un estudio de esa subregión; el Gobierno Federal de México, mediante las secretarías de hacienda, de medio ambiente y la Presidencia, llevó a cabo un trabajo de estimación, con el apoyo técnico de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el financiamiento del Reino Unido, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la CEPAL. Por su parte, la CEPAL inició los estudios en Centroamérica, el Caribe

---

<sup>3</sup> Ignorar los costos de la adaptación podría ser una decisión, que implícitamente permite a los grupos con mayor poder de presión externalizar sus costos sobre grupos con menor poder, de modo que las emergencias y sus correspondientes transferencias de recursos se encarguen del arbitraje de los costos. En ciertas circunstancias puede haber un incentivo a no internalizar la adaptación.

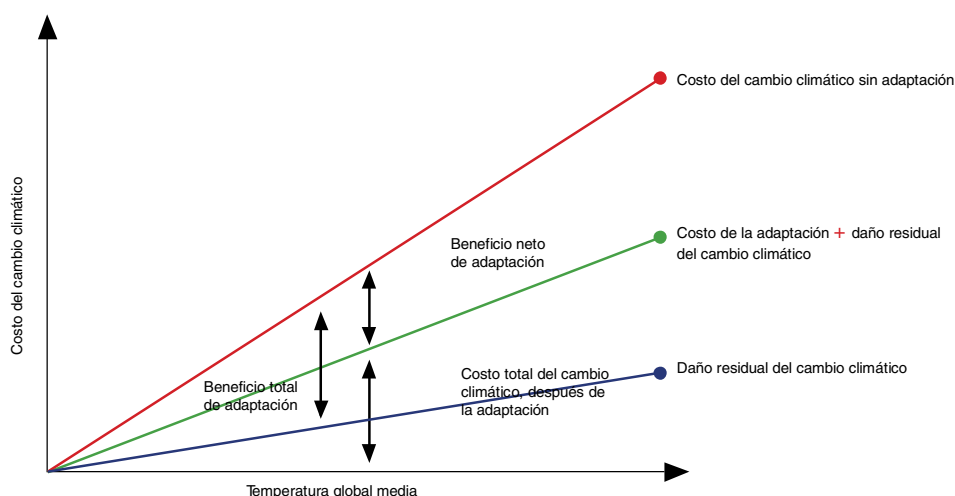
y América del Sur con el apoyo de la cooperación del Reino Unido, Dinamarca, Alemania, el BID y fondos propios.

La pequeña dimensión del territorio de algunos países, la disponibilidad de información, o ambos factores, pueden ser limitantes serias para la realización de este tipo de estudios, a las que se pueden sumar otras, relacionadas con la capacidad instalada en cada país (Smith y otros, 2001).

En todo caso, sería deseable contar con resultados comparables en una visión regional del problema y respuestas a esta escala.

Como se presenta en el gráfico III.1, la inversión en medidas de adaptación permitirá a los países disminuir el costo de las futuras repercusiones, aun cuando las medidas tengan un costo positivo.

**GRÁFICO III.1**  
**COSTO DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO <sup>a</sup>**



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Nicholas Stern, *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Londres, Cambridge University Press, 2006.

<sup>a</sup> La adaptación reducirá las consecuencias negativas del cambio climático (y aumentará los efectos positivos) pero generalmente habrá un daño residual. Por lo tanto, el beneficio bruto de la adaptación es el daño evitado, entonces el beneficio neto será el daño evitado, menos el costo de la adaptación. Se graficaron las relaciones de aumento de temperatura y diferentes costos del cambio climático y la adaptación como lineales, pero en la realidad, los costos del cambio climático se aceleran con el incremento de la temperatura, mientras que el beneficio neto de la adaptación disminuye en relación al costo del cambio climático (capítulo 13, parte II del informe Stern).

Los flujos de inversión requeridos para la adaptación de los sectores más vulnerables han sido analizados por la CMNUCC (2007a). Se entiende por sectores más vulnerables a la agricultura, la silvicultura, la pesca, el agua, la salud, las zonas costeras y la infraestructura.

Este estudio señala que en las actuales condiciones hay un “déficit de adaptación” (Burton, 2004) a escala global, si se toma como indicador el continuo incremento de las pérdidas derivadas de acontecimientos extremos. Sería necesario un incremento de las inversiones en el sector agrícola y forestal de alrededor de 2.900 millones de dólares para América Latina y África. En cuanto a la construcción de infraestructura adicional para atender la demanda proyectada de agua potable para la región latinoamericana, considerando el crecimiento económico y el cambio climático hacia 2030, la inversión sería de 23.000 millones de dólares y la inversión adicional en infraestructura para proteger



las zonas costeras sería de 680 millones de dólares. La mayor parte de estos recursos tendría que provenir del sector público y combinarse con la aplicación de políticas públicas<sup>4</sup>.

Para proporcionar agua potable a 121 millones de personas de América Latina, como parte del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, se requieren inversiones estimadas en 17.700 millones de dólares, a las que tendría que agregarse el costo de condiciones de mayor sequía y un incremento sustancial de la eficiencia del uso del agua en el sector agrícola<sup>5</sup>.

Otro estudio sobre el posible costo de la adaptación a nivel global estuvo a cargo del Banco Mundial, donde se estima la inversión requerida entre 9.000 y 41.000 millones de dólares al año. El cuadro III.3 muestra otras estimaciones de costos (OCDE, 2008a) que dan idea de la magnitud y la necesidad de investigación en este tema.

**CUADRO III.3**  
**COSTOS ESTIMADOS DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO A ESCALA GLOBAL**

Análisis	Costo de adaptación	Marco de tiempo	Países	Sectores y flujos financieros <sup>a</sup>	Comentarios sobre los métodos
Banco Mundial	De 9.000 a 41.000 millones de dólares por año	Presente	Países en desarrollo	Sin especificar, se presume que serían todos los sectores considerados "sensibles al clima" Flujos financieros: AOD (40%), IED (10%) e IBI (2% -10%)	Las estimaciones se basan en los análisis oficiales de flujos de la OCDE y el Banco Mundial Se identifican los costos "a prueba de clima"
Informe Stern	De 4.000 a 37.000 millones de dólares por año	Presente	Países en desarrollo	Sin especificar, se presume que serían todos los sectores, considerados "sensibles al clima" Flujos financieros: AOD (20%), IED (10%) e IBI (2%-10%)	Actualiza los datos calculados por el Banco Mundial, con algunas modificaciones
Oxfam	Al menos 50.000 millones de dólares por año	Presente	Países en desarrollo	Sin especificar, se presume que serían todos los sectores, considerados "sensibles al clima" Flujos financieros: AOD, IED e IBI además de los costos de las organizaciones no gubernamentales	Considera el estudio del Banco Mundial, agrega la extrapolación de los costos estimados por los programas nacionales de adaptación y los proyectos de las organizaciones no gubernamentales
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	De 86.000 a 109.000 millones de dólares por año	2015	Países en desarrollo	Sin especificar, se presume que serían todos los sectores, considerados "sensibles al clima" Flujos financieros: AOD, IED e IBI	Considera el estudio del Banco Mundial, agrega el costo de las metas de los programas de reducción de la pobreza y el fortalecimiento de los sistemas de respuesta a desastres

<sup>4</sup> Estos estudios de costos no consideraron los posibles impactos económicos indirectos como la migración de personas, la pérdida de empleo y el cambio en los modos de vida.

<sup>5</sup> El consumo de agua para uso agrícola en la región se estima en 70% del total (Winpenny, 2003).

Cuadro III.3 (conclusión)

Análisis	Costo de adaptación	Marco de tiempo	Países	Sectores y flujos financieros <sup>a</sup>	Comentarios sobre los métodos
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)	De 28.000 a 67.000 millones de dólares por año	2030	Países en desarrollo	Agricultura, silvicultura y pesca, recursos hídricos, salud humana, zonas costeras e infraestructura  Correspondería destinar del 0,2% al 0,8% de los flujos de inversión globales, es decir del 0,06% al 0,21% del PIB proyectado para 2030	Se analiza en profundidad el costo de la adaptación al cambio climático en sectores como los recursos hídricos, la salud y las zonas costeras. Los costos de adaptación en el sector agrícola, la infraestructura y los ecosistemas están menos detallados. El costo en infraestructura es el más abstracto
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)	De 44.000 a 166.000 millones de dólares por año	2030	Global	Agricultura, silvicultura y pesca, recursos hídricos, salud humana, zonas costeras e infraestructura	Los costos de adaptación de infraestructura se sobreponen a los costos en zonas costeras y recursos hídricos

Fuente: Organización de Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change. Costs, Benefits and Policy Instruments*, París, 2008.

<sup>a</sup> AOD - asistencia oficial para el desarrollo, IED - inversión extranjera directa, IBI - inversión bruta interna.

Según los organismos internacionales y los informes del IPCC, a pesar de las tareas realizadas por los gobiernos en adaptación, es necesario invertir más recursos en estrategias, medidas y políticas que permitan a los países mejorar su resiliencia.

La distribución de los costos entre actores públicos y privados es uno de los elementos centrales en el diseño de instrumentos de adaptación. Así se dilucidan las responsabilidades de cada nivel de gobierno —nacional, estatal, provincial o local—, entre el gobierno y el sector privado, y entre productores y consumidores dentro del sector privado.

En general, al sector público le corresponderá:

- adecuar las normativas (como la obligación de adquirir seguros para el funcionamiento de la infraestructura, la revisión de condiciones en que se decretan las emergencias ambientales o productivas y la regulación del uso del territorio);
- generar bienes públicos, como información para la mitigación del riesgo;
- diseñar incentivos económicos.

Corresponderá al sector privado:

- incorporar los costos adicionales en infraestructura;
- realizar la inversión productiva adecuada a las nuevas condiciones y al aumento de los riesgos.

Un bajo nivel de adaptación transferirá los costos privados (pérdidas) por colapsos productivos resultantes de cambios graduales —sequías más prolongadas o temperaturas mínimas más elevadas— o de acontecimientos extremos a las finanzas públicas por la vía de compensaciones

económicas por emergencias o siniestros productivos, afectando así el gasto público en sus diversos niveles: municipal, estatal, nacional e internacional en el caso de la cooperación en situaciones de desastre. De modo análogo, un déficit de adaptación significará pérdidas por menores niveles de actividad económica, con su consiguiente incidencia en el ingreso público. La combinación de ambos efectos debilita las finanzas públicas y, eventualmente, la gobernabilidad económica de los países.

Esta tendencia se verá acentuada cuando las presiones sobre las finanzas públicas, ocasionadas por sequías, inundaciones y brotes epidémicos, ocurran simultáneamente. Por ello, la adaptación debe evitar que los acontecimientos extremos produzcan sinergias negativas entre sí.

Si, en cambio, las acciones de adaptación han incorporado los costos adicionales de particulares, por ejemplo mediante la contratación de seguros, estos costos permanecerán en la órbita privada. Esta posibilidad no excluye una puja distributiva entre productores y consumidores, ni evita que un bajo nivel de adaptación privada de los productores, desemboque en un aumento de precios a los consumidores.

Un bajo nivel de adaptación, entonces, se reflejará en múltiples factores indirectos y transferencias de recursos imprevistas, como mayor presión en las finanzas públicas en sus diversos niveles e inestabilidad en los mercados de bienes y servicios. Desde este punto de vista, avanzar en la adaptación constituye un esfuerzo por proteger la estructura de las finanzas públicas, la estabilidad del sector privado y favorece la estabilidad macroeconómica. Una dimensión que las instituciones han de tomar en cuenta es el diseño de medidas para superar frenos a la adaptación.

## 2. Localización y especificidad de las medidas requeridas

El cambio climático y las medidas de adaptación tienen expresiones geográficas concretas, al igual que la reubicación de actividades productivas y de los asentamientos humanos. La adaptación al cambio climático puede provocar reacciones como exacerbar la degradación ambiental de origen climático, por ejemplo la reubicación de actividades productivas en zonas ecológicamente frágiles.

Se ha propuesto que al diseñar medidas es conveniente tomar en cuenta una combinación de aproximaciones científicas y conocimientos tradicionales como mecanismo de ajuste recíproco para adecuarse a las condiciones de cada localidad, particularmente en el sector agropecuario (CMNUCC, 2007a). La localización y especificidad de las acciones de adaptación ha conducido a una clasificación por tipos como se describe en el cuadro III.4.

**CUADRO III.4**  
**TIPOS DE ADAPTACIÓN**

Por escala espacial	Local, regional, nacional
Por sector	Recursos hídricos, agricultura, turismo, salud pública, y otros
Por tipo de acción	Física, tecnológica, inversiones, normativa
Por actor	Gobierno nacional o local, donantes internacionales, sector privado, ONG, comunidades locales, particulares
Por zona climática	Zonas secas, inundables, montañosas, polares y otras
Por la base del nivel de ingreso y desarrollo	Países menos desarrollados, países de ingreso medio y países desarrollados

Fuente: N. Adger y otros, "Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.

### 3. Instituciones y capacidad nacional

Según la magnitud de los cambios esperados en cada país corresponderá a los gobiernos, apoyados por instituciones de investigación públicas y privadas, elaborar proyecciones de cambio climático nacional o regional, según la disponibilidad de modelos y la valoración económica, que permitan conocer las vulnerabilidades específicas y los costos socioeconómicos del cambio climático por país. El esfuerzo de dimensionamiento implica un diálogo entre los diferentes niveles de gobierno y con sus pares de otros países y regiones para compartir buenos resultados, lecciones aprendidas, herramientas y políticas de adaptación adecuadas. En el cuadro III.5 se muestran algunos componentes sugeridos por organismos internacionales.

**CUADRO III.5**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: ALGUNOS COMPONENTES SUGERIDOS PARA**  
**LA FORMULACIÓN Y APLICACIÓN DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**  
**AL CAMBIO CLIMÁTICO**

<b>Informe sobre desarrollo humano (PNUD, 2007)</b>	<b>CMNUCC (2005)</b>	<b>CEPAL (a partir de las diversas evaluaciones de desastres)</b>
<p>Información para la planificación efectiva: Datos históricos y de calidad para pronosticar las repercusiones y evaluar los riesgos</p> <p>Infraestructura de protección contra el clima: Mejor infraestructura como parte de la gestión del desastre, que en términos de costo puede ser más económica</p> <p>Seguros para la gestión del riesgo social y la reducción de la pobreza: Fortalecimiento de programas de empleo, transferencias en efectivo en tiempos de crisis y transferencias vinculadas con seguros para sobrellevar el riesgo climático</p> <p>Instituciones de gestión de riesgos en caso de desastres: La sensibilización de la población y la adecuada organización institucional, son elementales en la capacidad institucional de los países</p>	<p>Métodos, modelos, herramientas e información: Enfocados a la estandarización y aumento del uso</p> <p>Sectores clave y su vulnerabilidad: Zonas costeras, pesquerías, asentamientos humanos, salud, ecosistemas, desertificación y degradación de suelos, industria y energía</p> <p>Fortalecimiento de capacidad (humana e institucional): Mediante talleres para el uso de datos, aplicación de métodos y modelos, creación bases de datos inexistentes</p> <p>Apoyo financiero y técnico: Los recursos técnicos y financieros son cruciales para desarrollar actividades de adaptación</p> <p>Educación, capacitación y conciencia pública: Promoción de propuestas de proyectos y de financiamiento para la adaptación y atender los sectores vulnerables</p> <p>Creación de redes e información: Fortalecimiento de las redes regionales para el intercambio de información técnica</p>	<p>Algunos ejemplos de medidas: Seguros en el sector primario, y reglamentación en caso de obligatoriedad</p> <p>Incorporación de requisitos adicionales en las nuevas inversiones</p> <p>Reglamentación clara para la declaración de emergencias</p>

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), *Informe sobre desarrollo humano, 2007-2008*, Nueva York, Grupo Mundi-Prensa, 2007 y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *Sexta compilación y síntesis de las comunicaciones nacionales iniciales de las partes no incluidas en el Anexo I de la Convención* (UNFCCC/SBI/2005/18/Add.5).

En otros trabajos se propone tener en cuenta áreas clave del desarrollo, como avances en la seguridad económica y alimentaria y superación de las causas estructurales del hambre y la inseguridad, construcción de sistemas de educación y salud, mejor planificación urbana y prestación de servicios públicos e infraestructura, y mejoras en la igualdad de género (Stern, 2006).

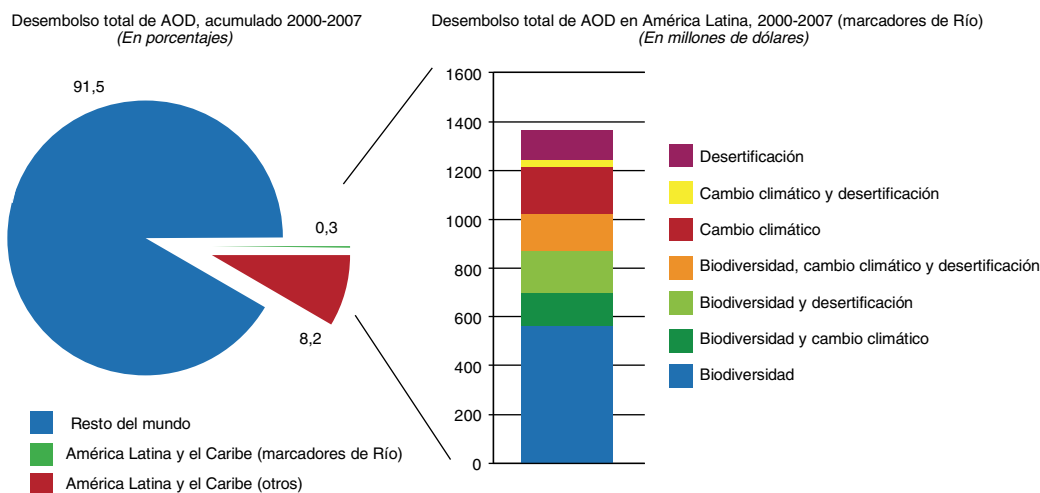
La implementación de políticas que elijan los gobiernos de la región deberá ser complementada con la cooperación internacional, en la medida en que la mitigación y la adaptación aumenten su peso en la agenda de los países desarrollados (PNUMA/SEMARNAT, 2006). Gran parte de la cooperación internacional ha estado principalmente enfocada en la ayuda para superar los efectos de desastres naturales y poco en el desarrollo de respuestas a largo plazo (PNUD, 2007)<sup>6</sup>. La CEPAL ha apoyado a los países de la región en algunos de estos componentes, como la cuantificación de los desastres, el fortalecimiento de los recursos humanos mediante capacitación y el intercambio entre los países con el fin de estandarizar métodos y cuantificar las consecuencias económicas del cambio climático.

#### 4. Financiamiento internacional para la adaptación al cambio climático

La afluencia internacional de recursos es insuficiente para los requisitos financieros de adaptación, como se aprecia en las estimaciones globales. Los fondos invertidos en proyectos, programas y cooperación técnica para el desarrollo están aún lejos de alcanzar la meta de incremento del financiamiento acordada por los líderes del Grupo de los Ocho, en su Cumbre de 2005, celebrada en Gleneagles (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte)<sup>7</sup>.

El porcentaje de fondos recibidos como asistencia oficial para el desarrollo en América Latina y el Caribe durante el período 2000-2007 ha sido inferior al 9% (42.000 millones de dólares) del total mundial (512.800 millones de dólares). Dentro de este 9%, los fondos para los marcadores de Río, que corresponden a cambio climático, desertificación y biodiversidad y otros rubros, fueron del 0,3%, es decir, 1.362 millones de dólares. En este período se informó de alrededor de 121 millones de dólares para actividades relacionadas con el cambio climático (véase el gráfico III.2).

**GRÁFICO III.2**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: ASISTENCIA OFICIAL PARA EL DESARROLLO (AOD), SOLO CAMBIO CLIMÁTICO**



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), "OCDE StatExtracts" [base de datos en línea] agosto de 2009.

<sup>6</sup> La Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) tiene un importante programa de adaptación en los países andinos.

<sup>7</sup> La meta acordada por los países en la Cumbre de 2005 del Grupo de los Ocho celebrada en Gleneagles fue pasar de 80.000 millones de dólares en 2004 a 130.000 millones de dólares en 2010 en los montos de asistencia oficial para el desarrollo (AOD). En 2007 este monto alcanzaba la suma de 104.000 millones de dólares.

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) recibió el mandato de la CMNUCC de financiar proyectos de adaptación al cambio climático, a través de tres mecanismos de financiamiento:

- El Fondo especial de cambio climático para todos los países en desarrollo, que permite financiar la transferencia de tecnología y diversificación económica. Este fondo cuenta con 65 millones de dólares. Una parte proviene de recursos regulares de asistencia oficial para el desarrollo.
- El Fondo para los países menos adelantados, que ha movilizado 165 millones de dólares para financiar la preparación e implementación de los programas nacionales de acción para la adaptación de los 49 países menos desarrollados.
- El proyecto de prioridad estratégica de adaptación, fondo que comenzó a funcionar en 2004, centrándose en proyectos de adaptación para implementar medidas para reducir la vulnerabilidad de los países. Este fondo ha movilizado 50 millones de dólares en su fase piloto.

Desde su establecimiento en 1991, el FMAM ha financiado la implementación de la CMNUCC con 7.400 millones de dólares y movilizado otros 28.000 millones de dólares de cofinanciamiento para el conjunto de temas relacionados con el cambio climático del planeta. Del monto asignado, el 3% (280 millones de dólares) se ha aplicado a iniciativas de adaptación al cambio climático y el resto a proyectos de mitigación, comunicaciones nacionales y creación de capacidad.

En América Latina y el Caribe se han recibido del FMAM 544 millones de dólares para actividades relacionadas con el cambio climático por la vía de organismos como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el PNUD y el PNUMA, y se han movilizado 2.514 millones de cofinanciamiento del FMAM. Alrededor de la mitad de estos montos ha estado asignada a proyectos de creación de capacidad, comunicaciones nacionales y adaptación, mientras que la otra mitad ha estado destinada a proyectos de mitigación y eficiencia energética.

A partir de otros fondos de cooperación, el Banco Mundial (2007) ha financiado proyectos en la región para identificar efectos críticos del cambio climático, como el retroceso de glaciares y blanqueamiento de corales, las repercusiones proyectadas sobre los ecosistemas y los servicios ambientales que estos brindan. Además ha proporcionado fondos para proyectos de mitigación mediante rellenos sanitarios, eficiencia energética, biomasa, electrificación rural y transporte más limpio. Se asignó al Banco Mundial la administración de los fondos de inversión en el clima que en 2008 contaban con el compromiso de países desarrollados de aportar 6.100 millones de dólares para inversión y transferencia de tecnologías con uso menos intensivo de gases de efecto invernadero (Banco Mundial, 2008b).

El Fondo de adaptación es un mecanismo acordado en 1997 como parte del Protocolo de Kyoto. Se puso en marcha en la 13ª reunión de la Conferencia de las Partes (COP-13), en Bali en 2007. El fondo se financia con una tasa del 2% aplicada al valor de los certificados de reducción de emisiones comerciados, con el objeto de alcanzar 100 millones de dólares para 2012 (Stern, 2006)<sup>8</sup>. Este fondo se puso bajo la administración del Banco Mundial con objeciones de algunos países en desarrollo.

---

<sup>8</sup> La tasación de los mecanismos de mercado de los países desarrollados sigue siendo materia de intensas negociaciones.

Entre las iniciativas que apoyan las actividades de adaptación cabe mencionar la Red Iberoamericana de Organizaciones de Cambio Climático (RIOCC), con participación regular de los países de la región; y a la cooperación alemana y francesa. La Corporación Andina de Fomento (CAF) cuenta con fondos disponibles para la adaptación al cambio climático, particularmente en la disminución de desastres, mediante su reciente Programa de Gestión de Riesgos de Desastres (PREVER), que apoya proyectos y actividades para la gestión de riesgos y la disminución de vulnerabilidades relacionadas con el fenómeno El Niño, así como la adaptación y vulnerabilidad ante el cambio climático, la atención contingente ante desastres y la prevención de riesgos desde la perspectiva municipal. El mecanismo mundial de la Convención de Lucha contra la Desertificación ha hecho avances en estudios del costo económico de la degradación de tierras en países de la región.

## C. Resumen

- Para América Latina y el Caribe es muy importante la adaptación al cambio climático pero recién han comenzado los estudios para cuantificar los costos económicos de los efectos esperados de este fenómeno. Por ahora se producen cambios graduales que hacen difícil separar el cambio climático de la variabilidad climática experimentada en el pasado. En efecto, hay barreras a la adaptación, entre las que están los costos actuales, más claros que los posibles beneficios futuros y difusos, y la actual externalización de los costos hacia otros sectores y hacia generaciones futuras. La adaptación temprana debiera ser la actitud prudente, que permitiría distribuir mejor los costos en el tiempo.
- Sin embargo, la adaptación puede parecer inoportuna o innecesaria desde el punto de vista económico. La noción de un futuro más próspero gracias al desarrollo tecnológico demora las decisiones de adaptación y, ante plazos largos y cambios graduales, las respuestas no parecen urgentes. No será fácil lograr un equilibrio entre costo, oportunidad, irreversibilidad, percepción y ajuste de los mecanismos para la toma de decisiones.
- La adaptación oportuna permitirá un adecuado y gradual manejo de los costos, evitando el traspaso o externalización de productores a consumidores, del sector privado hacia el sector público y de las generaciones actuales a las futuras.
- La adaptación espontánea ya está en curso y logra enfrentar los cambios que ya comenzaron en sectores como la agricultura.
- La implementación de un marco político que elijan los gobiernos de la región deberá ser complementada con la acción y ayuda de los organismos internacionales y donantes, lo que exige el compromiso de los países desarrollados en las actividades de adaptación. El financiamiento a nivel internacional, regional y nacional para la adaptación va en aumento pero no basta para cubrir las necesidades estimadas de adaptación al cambio climático. Se estiman en 280 millones de dólares los fondos provenientes del FMAM aplicados a la adaptación en la región y los fondos internacionales contarían con otros 230 millones de dólares de aplicación global. Los fondos asignados a la mitigación son muy superiores y por ello se debe seguir impulsando la contribución tanto nacional como mediante la tasación de las operaciones del mercado de carbono entre países desarrollados.
- La adaptación también conlleva algunas oportunidades para seguir un desarrollo más sostenible, como mejor infraestructura, investigación y desarrollo de variedades de cultivos, el desarrollo del pago por servicios ambientales y el mejor manejo de cuencas hidrológicas, entre otros.

- La mayoría de las medidas de adaptación son parte del instrumental del desarrollo. Se recomienda reforzar la creación de bienes públicos como el monitoreo, la generación de información pertinente para los sistemas de alerta temprana y el fortalecimiento de los instrumentos para el buen uso del territorio.
- La importancia de documentar el cambio en cada país, aunque sea lento, radica en que esa información será necesaria para vencer la resistencia a las mayores exigencias económicas de un proceso lento y a largo plazo.
- Entre los mecanismos de adaptación que podrían ser más efectivos está la exigibilidad de seguros para la producción y operación segura de infraestructura, como puertos, carreteras, transportes y telecomunicaciones.





## IV. Adaptación a las respuestas internacionales: competitividad y comercio internacional

El debate sobre la relación entre el comercio internacional y el cambio climático, liderado por los países con compromisos de reducción de emisiones, tiene su origen en la preocupación por las posibles pérdidas de competitividad en sus sectores exportadores, que estarían compitiendo con otros exportadores con menores costos de producción que no han asumido obligaciones climáticas. Esta preocupación ha traído aparejada la aparición de nuevos temas en la agenda comercial, como la huella de carbono, la fuga de carbono, el análisis del ciclo de vida en la cadena comercial y las responsabilidades en torno a la contabilidad global del carbono<sup>1</sup>. Junto a la aparición de estos temas, se han fortalecido otros de la agenda comercial que son de más larga data, como la liberalización de bienes y servicios ambientales y la necesidad de transferencia tecnológica a los países en desarrollo, ahora con mayor énfasis en las tecnologías que apunten a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Banco Mundial, 2008a).

### A. Competitividad

Los países que han asumido compromisos de reducción de emisiones para enfrentar el cambio climático temen exponer sus industrias con alta intensidad de energía a una situación de desventaja con la competencia. Los compromisos de reducción de emisiones de los países incluidos en el anexo I han motivado la consideración de medidas como los impuestos al carbono, los programas de transacción de derechos de emisión —con límites máximos y comercio— y las barreras técnicas que incluyen exigencias sobre niveles de eficiencia energética.

La aplicación de estas medidas en los países con compromisos de reducción de emisiones está produciendo cambios en los precios relativos, en los costos diferenciados y crecientes de emitir carbono y, por ende, un reajuste en el consumo y la producción, nuevas oportunidades de negocios, pero también temores ante una eventual pérdida de competitividad frente a las exportaciones de países sin compromisos de reducción de emisiones.

---

<sup>1</sup> También, por cierto, las presiones sobre los países en desarrollo para que asuman compromisos comparables.

Entre las variables clave para la competitividad sectorial están el intenso uso de energía del proceso productivo<sup>2</sup>, la posibilidad de transferir el aumento de costos al precio final del consumidor<sup>3</sup>, la disponibilidad de oportunidades y opciones tecnológicas para reducir emisiones y la capacidad de dominar los procesos de innovación y estar en la frontera tecnológica para satisfacer las demandas internacionales de nuevos productos. Pero es muy probable que la competitividad de los procesos productivos con gran intensidad de emisiones se vea más afectada a medida que el precio creciente de emitir el carbono se vaya trasladando a sus costos operativos.

Las empresas, en este nuevo escenario, se verán obligadas a ascender en la cadena de valor y dejar de competir sobre la base de un bajo costo energético para competir a partir de nuevos productos y procesos. Al mismo tiempo, los imperativos climáticos irán generando nuevas oportunidades de negocios para obtener ventajas competitivas en procesos y productos con baja intensidad de carbono.

En todo caso, lo que se discute actualmente en los foros comerciales es la existencia de un campo de juego no nivelado en términos comerciales donde compiten exportaciones provenientes de países con distintas obligaciones climáticas y distintos costos de producción. Esta preocupación se expresa principalmente con respecto a grandes exportadores como los Estados Unidos de América, China y la India<sup>4</sup>.

## 1. La huella de carbono

Uno de los temas centrales en el debate sobre la competitividad es el carbono incorporado en los bienes que son objeto de comercio internacional, la llamada huella de carbono o carbono virtual. La internalización de los costos climáticos del carbono emitido en la producción y el transporte de los bienes y servicios objeto de comercio, desde el punto de vista del ciclo de vida, es una de las alternativas para asignar los costos de mitigación de emisiones mediante medidas aplicadas a los responsables, sean estos los consumidores o los productores. Actualmente, las medidas en discusión apuntan a penalizar a los productores mediante, por ejemplo, la aplicación de un arancel al carbono virtual en productos en el mercado o medidas equivalentes.

Sin embargo, la definición de responsabilidades en la reducción de la huella de carbono no es obvia. Si bien el régimen internacional asigna la cuenta de las emisiones a quienes generan carbono en el proceso de producción y en el transporte de bienes o servicios, es también evidente que la producción y el comercio internacional de dichos bienes y servicios se realizan para la satisfacción de los consumidores. Las responsabilidades por las emisiones generadas en el comercio podrían igualmente cargarse al consumidor, quien sería la principal causa de generar la huella de carbono<sup>5</sup>. Una contabilidad de carbono basada en el consumo tendría efectos más severos sobre los estilos de vida y algunos países que han logrado mitigar las emisiones en el ámbito productivo podrían no haberlo hecho desde el punto de vista del consumo y mantener un nivel de responsabilidad creciente.

Este argumento se ha vuelto más visible por el papel que juegan China y la India en el comercio internacional y por sus crecientes contribuciones a las emisiones globales en la producción, que se explican principalmente por la demanda de los países desarrollados que consumen los bienes. El caso inverso lo constituirían los países desarrollados que aumentan el consumo de carbono pero no la producción. El Protocolo de Kyoto se centra en los compromisos de reducción de emisiones producidas por cada país y no considera el carbono incorporado en los bienes importados ni en el

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, en un sector como el del aluminio, el costo de la energía representa alrededor del 30% de los costos de producción.

<sup>3</sup> Esta posibilidad depende de la disponibilidad de sustitutos, ya sea en el mercado interno o proveniente de mercados externos, para lo cual es crucial el costo del transporte.

<sup>4</sup> Sin embargo, no habrá que olvidar que, en el pasado, el crecimiento y la competitividad de los países desarrollados se basó en la posibilidad de generar externalidades ambientales que llegó a un límite de sostenibilidad.

<sup>5</sup> La responsabilidad por las emisiones asignadas al consumidor tiene precedente en las compensaciones para mitigar las emisiones de los viajes aéreos.

consumo en general. Sin embargo, una visión más integral del problema global requeriría de un enfoque que considerara ambos aspectos del problema.

Un estudio elaborado por la Universidad Noruega de Ciencias y Tecnología (Peters y Hertwich, 2007) estima el contenido de CO<sub>2</sub> en el comercio mundial en alrededor de un 21,5% de las emisiones globales. El estudio revela que los países incluidos en el anexo I estarían exportando el 18,9% e importando el 24,5% de sus emisiones internas de CO<sub>2</sub>, con lo cual resultan ser importadores netos. Visto de otro modo, producen menos carbono del que consumen. Enfocarse solo en la producción no refleja cabalmente su responsabilidad global. En cambio, los países que no integran el anexo I exhiben una exportación de emisiones de un 25,3% y una importación de un 17,2 %, con lo cual serían exportadores netos de emisiones. Desde la misma óptica, estarían siendo responsabilizados por producción de CO<sub>2</sub> cuando, en realidad, su consumo es menor. Económicamente, los países exportadores netos de carbono, en ausencia de un mecanismo de internalización del impacto ambiental del CO<sub>2e</sub>, estarían generando una externalidad positiva para los consumidores-importadores porque no se internaliza el impacto ambiental.

En el cuadro IV.1 figuran algunas estimaciones sobre el contenido de carbono en el comercio internacional que se han podido recoger en el estudio para ilustrar la situación de algunos países desarrollados y de cuatro países de la región.

**CUADRO IV.1**  
**PAÍSES SELECCIONADOS: EMISIONES INCORPORADAS EN EL COMERCIO, 2001**

	<b>Producción de CO<sub>2</sub></b>	<b>Consumo de CO<sub>2</sub></b>	<b>Exportaciones</b>	<b>Importaciones</b>
	<i>(En millones de toneladas)</i>		<i>(En porcentajes)</i>	
Estados Unidos	6 006,9	6 445,8	8,3	15,6
Japón	1 291,0	1 488,8	14,5	29,8
Alemania	892,2	1 032,1	25,3	41,0
España	305,7	336,7	26,4	36,6
Suecia	59,7	83,4	34,1	73,7
Total de países incluidos en el anexo I	14 616,7	15 438,9	18,9	24,5
Total de países no incluidos en el anexo I	10 138,9	9 316,7	25,3	17,2
China	3 289,2	2 703,7	24,4	6,6
India	1 024,8	953,9	13,1	6,2
México	389,9	407,5	19,4	23,9
Brasil	321,0	318,5	19,7	18,9
Venezuela (República Bolivariana de)	155,8	124,0	29,3	8,9
Argentina	120,4	118,4	18,4	16,7

Fuente: G. Peters y E. Hertwich, *CO<sub>2</sub> Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy*, Universidad Noruega de Ciencias y Tecnología, 2007.

De los datos del cuadro IV.1 se desprende que los países desarrollados tienden a ser importadores netos de emisiones de CO<sub>2</sub>. Lo mismo ocurre con México, lo cual confirma su menor vulnerabilidad relativa frente a las crecientes exigencias climáticas en el comercio internacional y coincide con su estructura exportadora con mayor intensidad de productos de mediano y alto contenido tecnológico, como las maquilas, a lo que se hará referencia en la siguiente sección.

Desde un punto de vista microeconómico, para mejorar la contabilidad global del carbono incorporado en la producción y en algunos consumos, y para promover una mejor internalización de los costos del carbono en el comercio, incluido el comercio internacional, se ha elaborado el análisis del ciclo de vida de los productos y servicios. Ello significaría incluir en la huella de carbono no solo

las emisiones en la etapa de producción, sino también en el transporte, el consumo y la disposición final del producto o servicio, a lo largo de toda la cadena productiva.

La propuesta, que puede abrir importantes debates en torno a la equidad (porque desdibuja el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas entre países al igualar las mercaderías independientemente de su origen), enfrenta dificultades metodológicas para calcular las emisiones de carbono. Esto se debe a que la actual organización de la producción a escala global se caracteriza por la creciente fragmentación productiva —tanto geográfica como sectorial y funcional— en distintos eslabones que componen la cadena global de producción de un país, lo que agrega complejidad al cálculo de las responsabilidades de los distintos países. Más adelante, se presentan algunos avances en la cuantificación de la huella de carbono.

### **a) Algunas respuestas unilaterales basadas en la huella de carbono**

Algunas tempranas iniciativas comerciales unilaterales de los países desarrollados han aumentado la visibilidad del cambio climático en la agenda del comercio internacional y apuntan a generar restricciones al comercio basadas en los procesos de producción y el contenido de carbono. Esto no solo abriría el viejo conflicto de la Organización Mundial del Comercio (OMC) en torno a los procesos y los métodos de producción, que ha encontrado resistencia en los países en desarrollo, sino que también estaría abriendo la puerta en el ámbito internacional para crear mecanismos no negociados y aplicar barreras comerciales, como agregado a los acuerdos multilaterales. Tal es el caso de iniciativas como el etiquetado de carbono en Francia a partir de 2011 y el proyecto de ley de Markey-Waxman, o ley para la energía limpia y la seguridad de 2009, en los Estados Unidos que, para proteger a las industrias nacionales con uso intensivo de carbono o productoras de bienes primarios, obligaría a los exportadores y a los importadores nacionales de algunos sectores a comprar reducciones de emisiones en los Estados Unidos para compensar las emisiones incorporadas en los productos importados<sup>6</sup>. En el mismo sentido apuntaba la iniciativa Bingaman-Specter, que se centra en los cinco países principales donde tienen origen las importaciones, incluidos el Brasil y México. Ambos proyectos plantean la adopción de topes internos en los Estados Unidos y la aplicación de medidas fronterizas a algunas importaciones provenientes de países que no hayan adoptado políticas comparables. Otras propuestas han estado relacionadas con restricciones específicas por sectores y países, como el acero chino.

Se presentan a continuación las iniciativas más importantes relacionadas con la huella de carbono e indirectamente con el comercio internacional. En todo caso, es muy probable que estas iniciativas se fortalezcan y que los países en desarrollo —en particular, América Latina y el Caribe— tengan que estar preparados para evitar una eventual pérdida de mercados de exportación ante la aparición de competidores mejor adaptados para enfrentar estas exigencias.

### **b) Avances en la contabilidad de la huella de carbono**

El interés por las emisiones, la competitividad y la huella de carbono ha llevado a diferentes organizaciones a proponer modelos para contabilizar e informar acerca de los efectos de los gases de efecto invernadero en productos y servicios. Las metodologías más importantes son patrocinadas por los gobiernos y buscan facilitar la definición de estándares nacionales. Otras tienen por objeto reducir las emisiones en los procesos productivos y algunas solo persiguen el propósito de ofrecer información ambiental de mayor calidad a clientes y gobiernos. Países como Alemania, los Estados Unidos, Francia, el Japón y el Reino Unido han logrado notorios avances en la definición y aplicación de metodologías orientadas al cálculo de la huella de carbono para incorporarla al etiquetado como un elemento más del proceso de toma de decisiones. Además, estiman que la contabilización de las emisiones permite a las empresas trabajar con sus proveedores para que las reduzcan.

---

<sup>6</sup> Como el hierro, el acero, el aluminio y el cemento, entre otros.

Existen tres tipos de metodologías:

- Guías generales: normas ISO que representan estándares de referencia para el cálculo de CO<sub>2</sub> (norma ISO 14040 sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida; norma BS ISO 14064-1:2006 sobre gases de efecto invernadero – Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de la organización, para la cuantificación y la divulgación de las emisiones y de la remoción de gases de efecto invernadero).
- Guías específicas: PAS 2050, Bilan Carbone® o *GHG Protocol* para la contabilidad, el cálculo y el monitoreo de los gases de efecto invernadero.
- Herramientas de cálculo para actividades específicas como el transporte o el comportamiento del consumidor.

A corto plazo, se espera que algunas de estas iniciativas deriven en obligaciones respecto de información sobre la huella de carbono para el consumidor (por ejemplo, en Francia y Nueva Zelanda). En otros casos, las propias empresas impondrán la obligatoriedad de informar respecto de la huella de carbono a los integrantes de su cadena productiva (como Wal-Mart y Tesco). En el cuadro IV.2 se presentan algunas iniciativas nacionales importantes.

**CUADRO IV.2**  
**ALGUNAS INICIATIVAS PARA MEDIR E INFORMAR SOBRE LA HUELLA DE CARBONO**

País	Iniciativa	Fecha	Sitio web	Información
Alemania	Proyecto piloto Product Carbon Footprint (PCF)	Desde 2008	Sitio web de PCF	Proyecto piloto gestionado por un consorcio de empresas, sobre la huella de carbono en productos y servicios (10 empresas, 15 etiquetas en la fase 1 de 2008)
Francia	Bilan Carbone	Desde 2002	Sitio web del gobierno francés (en francés)	Soporte del gobierno para probar etiquetas de carbono (alrededor de 3.000 productos etiquetados en 2009)
Francia	Proceso Grenelle de l' environnement	Desde 2007	Sitio web del gobierno francés (en francés)	Agenda medioambiental del gobierno (apoyo a Bilan Carbone)
Japón	Guías del Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI) para huella de carbono en productos	Desde 2009	Sitio web del METI	Guía elaborada por el gobierno para el cálculo de la huella de carbono en productos y etiquetado (incluye reglas de categoría de producto)
Nueva Zelanda	Estrategia neozelandesa de la huella de gases de efecto invernadero	Desde 2007	Sitio web de MAF NZ	Estrategia nacional para el cálculo y la reducción de la huella de carbono
Nueva Zelanda	Pastoral GHG Research Consortium	Desde 2004	Sitio web de Pastoral GHG Research Consortium	Consortorio nacional académico y comercial para la medición y reducción de la huella de carbono (mitigación para actividades de pastoreo)
Reino Unido	PAS 2050	Desde 2008	Sitio web de Carbon Trust	Guías elaboradas con el apoyo del gobierno para la huella de carbono en productos (utilizada en el Reino Unido y otros lugares)
Reino Unido	Tesco	Desde 2007	Sitio web de Tesco	Líder en las pruebas de etiquetado en los supermercados basadas en la metodología propuesta por el PAS 2050 (alrededor de 100 productos)
Estados Unidos	Ley para la energía limpia y la seguridad	Desde 2009 (pendiente la ratificación del Senado)	Sitio web de la Comisión de Energía de los Estados Unidos	En la sección 274 de la legislación se solicita a la EPA que diseñe un programa de información voluntaria de carbono
Estados Unidos	Iniciativa de sostenibilidad de Wal-Mart	Desde 2007	Sitio web de Wal-Mart	Líder en pruebas de huella de carbono de los productos de 40 proveedores

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Learn about Carbon [en línea] <http://www.learnaboutcarbon.net/qa/which-initiatives-are-driving-development-product-carbon-footprints>.

La iniciativa más adelantada en cuanto a sus efectos sobre la actividad económica es la francesa, que será obligatoria a partir del 1º de enero de 2011. A continuación, se presentan las principales características de las distintas metodologías.

*i) Alemania: proyecto piloto sobre huella de carbono en productos (PCF)<sup>7</sup>*

El proyecto piloto sobre huella de carbono en productos (PCF) de Alemania tiene como objetivo elaborar un estándar para la huella de carbono de los productos utilizando como referencia el PAS 2050 del Reino Unido. El proyecto fue iniciado en abril de 2008 por un grupo de académicos y organizaciones no gubernamentales y comerciales que trabajan con empresas en diferentes sectores, como alimentos, distribuidores minoristas, productos químicos, telecomunicaciones, embalajes y bienes de consumo. El proceso es similar al de la elaboración del PAS 2050. En enero de 2009, los promotores y socios del proyecto PCF presentaron en Berlín los primeros resultados del piloto para 15 productos. En septiembre de 2009 se dieron a conocer en la cumbre mundial del PCF los resultados de la segunda fase.

*ii) Estados Unidos: ley de energía limpia y seguridad de 2009*

La ley de energía limpia y seguridad de los Estados Unidos, conocido como proyecto Markey-Waxman H.R. 2454, es una propuesta legislativa orientada a conducir al país hacia una economía energéticamente más limpia y de menor impacto sobre el calentamiento global. Con esta ley, se busca incrementar la producción con base en energías renovables, aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En la sección 274 de la ley se establece que el Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA) deberá diseñar un programa de información voluntaria de carbono y evaluar su efectividad<sup>8</sup>. El acceso a medidas de apoyo económico y la aplicación de las normas emanadas de la ley requieren de un importante esfuerzo en materia de medición de emisiones en las industrias eléctrica, del petróleo y del transporte, entre otras. En cuanto al comercio, la ley prevé la puesta en vigor de un programa gubernamental de compensaciones para industrias que hacen un uso intensivo de la energía y elaboran productos básicos para el mercado internacional. En caso de que estas compensaciones resulten insuficientes para mantener la competitividad de las mencionadas actividades (medida como la capacidad de producir y de generar empleo), se faculta al Poder Ejecutivo a aplicar medidas en frontera que obligarán a los exportadores hacia los Estados Unidos y a los importadores nacionales a comprar y mantener certificados de reducción de emisiones internacionales para compensar el carbono virtual o huella de carbono de los productos importados, con excepción de los países considerados por los Estados Unidos como de menor desarrollo o responsables de menos del 0,5% de las emisiones globales (sección 416 de la ley).

Asimismo, el EPA creó, a partir de una sociedad entre la industria y el Estado, el programa Líderes Climáticos, que tiene como finalidad apoyar a las empresas en el diseño de estrategias orientadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de la elaboración de sus inventarios, basados en sistemas de gestión y calidad, definir metas agresivas de reducción e informar anualmente sobre avances al EPA. El programa cuenta con la participación de empresas como Boeing, Kodak, IBM, Pfizer y 3M. A julio de 2009, el total de empresas reconocidas por el EPA como líderes climáticos era de 284.

*iii) España*

En España, la Asociación de Empresas de Productos Ecológicos de Andalucía (EPEA) actualmente lleva a cabo, en colaboración con la Junta de Andalucía, un proyecto para crear un sistema que permita determinar la huella de carbono de los productos agroalimentarios de esta comunidad. El dato se incluirá en el etiquetado de los alimentos.

---

<sup>7</sup> Véase [en línea] <http://www.pcf-projekt.de/main/news/>.

<sup>8</sup> Véanse [en línea] [http://energycommerce.house.gov/Press\\_111/20090720/hr2454\\_sectionsummary.pdf](http://energycommerce.house.gov/Press_111/20090720/hr2454_sectionsummary.pdf) y <http://markey.house.gov/index.php?option=content&task=view&id=3583&Itemid=125>.

iv) *Francia: Bilan Carbone®*

La metodología y herramienta Bilan Carbone® fue creada y distribuida por la Agencia Francesa del Medio Ambiente y de la Gestión de la Energía (ADEME) en 2002 y actualmente está en su sexta versión. Es un método para contabilizar emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero relacionadas con las actividades de las empresas, así como de otras asociaciones y entidades administrativas. Permite clasificar las emisiones según su fuente en una planilla Excel que calcula las emisiones asociadas a cada actividad de un proceso (Padilla y Galio, 2007). La herramienta fue elaborada para convertir datos de actividades productivas (como el consumo de energía, la cantidad de camiones, la distancia recorrida y las toneladas de acero adquiridas, entre otros) en emisiones, de forma rápida y por medio de factores de emisión.

v) *Francia: proceso Grenelle de l'environnement*

A partir del 1º de enero de 2011, en Francia será obligatorio el etiquetado con información del contenido de carbono de los productos y el impacto ambiental estimado de su embalaje. Esto es resultado del proceso Grenelle de l'environnement que se inició en 2007 con el compromiso del Presidente de la República de posicionar el desarrollo sostenible en el centro de sus prioridades. Dicho proceso aportó al país una legislación específica que permite a los consumidores disponer de información, que busca ser transparente, objetiva y completa, sobre la huella de carbono del producto, con exclusión del consumo, y el impacto medioambiental de su embalaje. A través del Ministerio del Medio Ambiente, el gobierno francés ha creado bases de datos sobre emisiones por familias de productos o factores de emisión para cada una de ellas<sup>9</sup>.

Una de las medidas propuestas en el marco del proceso Grenelle de l'environnement fue la introducción de un impuesto al carbono (*contribution climat-énergie*) en el presupuesto nacional para 2010, como ya lo han hecho otros países europeos. Se impondrá un cargo por tonelada métrica a los emisores de CO<sub>2</sub> con la finalidad de disminuir el consumo de energías fósiles y estimular la adhesión a los programas de transacción de emisiones.

vi) *Japón: guía para la huella de carbono de los productos del Ministerio de Economía, Comercio e Industria<sup>10</sup>*

En marzo de 2009, el Ministerio de Economía, Comercio e Industria del Japón (METI) publicó una guía para el etiquetado voluntario de la huella de carbono de ciertos productos, elaborada por expertos con el aporte de algunas consultas públicas. En esta guía se incluyen reglas para caracterizar el producto a fin de evitar inconsistencias al evaluar productos similares. El sistema mide las emisiones de CO<sub>2</sub> en todo el ciclo de vida del producto o servicio, desde la compra de la materia prima hasta la deposición o el reciclado, e informa mediante una etiqueta diseñada para este fin. El Ministerio utilizará la guía y las reglas de categoría de producto como un proyecto piloto, que abarca 30 empresas denominado cálculo de la huella de carbono y etiquetado, que introducirá el sistema en el mercado. Esta guía se compilará como especificaciones técnicas y será reconocida por el Comité Japonés de Normas Industriales. Los productos etiquetados incluyen alimentos y bebidas. La iniciativa se basa en el modelo inglés adoptado por TESCO y otras empresas, mientras no se apruebe oficialmente el esquema local. La elaboración de esta guía se enmarca en el compromiso de reducción adoptado por el Japón en el Protocolo de Kyoto (una disminución del 6% en 2012 respecto de lo emitido en 1990). Participan además los ministerios de Agricultura, Pesca y Bosques; Medio Ambiente; Tierra; Infraestructura; Transporte y Turismo, y Salud, Trabajo y Bienestar Social.

<sup>9</sup> Los fabricantes pueden usar factores de emisión específicos siempre que puedan probar su solidez al gobierno francés.

<sup>10</sup> Véase [en línea] <http://www.japanfs.org/en/pages/029056.html>.



vii) *Nueva Zelanda: estrategia neozelandesa de la huella de gases de efecto invernadero*<sup>11</sup>

Esta iniciativa fue organizada en 2007 por el Ministerio Agrícola y Forestal (MAF), con participación del sector primario, en respuesta a la creciente presión de los importadores para contar con más información respecto de la intensidad de gases de efecto invernadero en los productos primarios. El objetivo es medir y reducir las emisiones de los productores, cuya base productiva es la tierra, a fin de aumentar su competitividad en el mercado internacional. Ello requiere la definición de una metodología concertada y reconocida internacionalmente para calcular y comunicar la huella de carbono de los productos.

viii) *Reino Unido: estándar PAS 2050*

En 2005, Carbon Trust, con la colaboración del Departamento del Medio Ambiente, Alimentos y Asuntos Rurales y del British Standards (BSI), empezó a diseñar una metodología que permite a las empresas medir e identificar oportunidades de reducción de emisiones en su cadena productiva. En marzo de 2007, con una nueva investigación y la participación de diferentes interesados, Carbon Trust lanzó una iniciativa voluntaria para medir, reducir y comunicar los gases de efecto invernadero emitidos en el ciclo de vida de los productos. La iniciativa buscaba incentivar a las empresas a reducir las emisiones a lo largo de su cadena productiva, sobre la base de información confiable, consistente y transparente respecto de dichas emisiones, apoyándolas en la adopción de las medidas de reducción adecuadas a sus necesidades o capacidades. La información se concentra en tres documentos marco lanzados en octubre de 2008:

- Un método normalizado para la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida de bienes y servicios (PAS 2050). En este documento se define cómo se deben medir las emisiones de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida de un producto.
- Un marco respecto de la reducción de las emisiones asociadas a un producto. Aquí se establecen los requerimientos que permiten dar credibilidad a las aseveraciones de reducción de gases de efecto invernadero, medidas sobre la base del PAS 2050.
- Un Código de buenas prácticas para comunicar la emisión asociada a los productos.

Además, se creó el compromiso para la reducción de las emisiones de carbono, un sistema obligatorio para todas las empresas cuyo consumo eléctrico superó las 500.000 libras esterlinas en 2008, que entra en vigor en abril de 2010. Se estima que unas 5.000 organizaciones serán partícipes de este compromiso, entre ellas, empresas del sector público, bancos, hoteles y escuelas, que deberán registrarse y revelar su consumo de energía y su respectiva huella de carbono.

TESCO fue pionera en el Reino Unido en la medición y el etiquetado de sus productos para apoyar al consumidor a la hora de escoger un producto en función de la huella de carbono. De acuerdo con los ejecutivos de la empresa, esta iniciativa, que ha servido de modelo en otros países, responde a la demanda de este tipo de información por parte de los clientes.

ix) *Iniciativas en América Latina y el Caribe*

En América Latina, el tema apenas empieza a reconocerse y pocos países han comenzado a asumir iniciativas específicas para cuantificar la huella de carbono de los productos de exportación como estrategia preventiva. Las medidas existentes responden a las nuevas exigencias de sus mercados de exportación o de los compradores transnacionales. El interés principal se ha producido, sobre todo, con relación a los proyectos vinculados al mecanismo para un desarrollo limpio (MDL), que obligan a medir la huella de carbono.

---

<sup>11</sup> Véase [en línea] [www.maf.govt.nz/climatechange/slm/ghg-strategy/](http://www.maf.govt.nz/climatechange/slm/ghg-strategy/).

En Chile y el Perú, algunas empresas de diversos rubros han comenzado a llevar, de forma voluntaria, la contabilidad de la huella de carbono a lo largo de cadenas productivas y eso condujo a la modificación de sistemas de gestión y a la realización de inversiones en maquinarias, procesos y tecnologías más limpias.

#### **RECUADRO IV.1 LA HUELLA DE CARBONO EN EL SECTOR AGRÍCOLA CHILENO**

En virtud de su programa de cambio climático, el Ministerio de Agricultura midió en 2008 la huella de carbono en el sector forestal. El proyecto fue apoyado por las empresas Masisa, Mininco, Bosques Cautín y Demaihue para tratar de que su actividad tenga un saldo neutro en cuanto a emisiones de carbono. La Fundación Chile, en alianza con especialistas internacionales, realizó en 2009 la medición de la huella de carbono del grupo Arauco para los productos forestales. Esta iniciativa contó con el respaldo de la consultora estadounidense independiente Aecom Environment.

En la convocatoria 2008-2009 del programa de “Estudios para determinar la huella de carbono de productos agropecuarios de exportación”, la Fundación de Innovación Agraria (FIA) aprobó un proyecto para el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) La Cruz destinado a frutas, hortalizas y cereales, incluido su empaque y transporte al país de destino. En forma complementaria, la Asociación de Exportadores de Chile realizó diversos estudios para medir la huella de carbono en manzanas, uvas de mesa y moras, en colaboración con ProChile y el Ministerio de Agricultura, a través de la FIA. La Universidad Santo Tomás, junto con la exportadora Gesex, estudia la huella de carbono para uvas y manzanas de la Región Metropolitana y la VI Región.

Entre las viñas, Ventisquero midió, en junio de 2007, su huella de carbono para el transporte de vinos al Reino Unido y obtuvo un certificado de Climate Care, una entidad privada inglesa que cobra por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida. Cono Sur, Santa Carolina, Casablanca y Tarapacá neutralizaron la huella de carbono de las emisiones del transporte marítimo de los vinos de exportación en 2008. La viña Concha y Toro midió la huella de carbono de las actividades y los procesos productivos, incluido el transporte, por requerimiento de su cliente Wal-Mart.

La Cámara Chileno Británica de Comercio lanzó oficialmente un concurso para la medición y el control del carbono por parte de las empresas asociadas. A esta iniciativa, que busca ampliarse a nivel nacional en 2010, ya se han unido algunas empresas asociadas como Shell, Xstrata Copper, HSBC, Unilever, PricewaterhouseCoopers, RBS y Seawind.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Otras restricciones obedecen a preocupaciones tradicionales del régimen de comercio pero que afectan a productos significativos en el contexto del cambio climático, como el caso de los impuestos antidumping, aplicados por la Unión Europea a los focos fluorescentes provenientes de China y los aranceles aplicados al bioetanol de caña proveniente del Brasil<sup>12</sup>.

La incorporación a la OMC de los países exportadores de petróleo generará sin duda cambios estructurales en el comercio y el uso de la energía. Podría implicar una eventual reducción del control estratégico de los precios y la producción de la industria y cambios en la forma en que la OMC abordará el tema ambiental y en la acción global en el tema climático<sup>13</sup>. Por otra parte, en la medida en que se introduzca el tema energético en las disciplinas de la OMC y se quiera enfatizar la distinción entre fuentes de energía, según la intensidad de emisiones de carbono —como las energías fósiles en comparación con las energías limpias y renovables—, retomaría fuerza el conflicto sobre los procesos y métodos de producción que ha encontrado gran resistencia en los países en desarrollo.

<sup>12</sup> El arancel aplicado por los Estados Unidos a las importaciones por galón de etanol brasileño es de 0,41 dólares.

<sup>13</sup> Se prohibirían, por ejemplo, prácticas como las de “precios duales”, que suelen aplicarse a la energía para promover la industrialización a nivel nacional, o las reglas sobre políticas de competencia podrían limitar la autonomía de los productores para protegerse de la caída de precios a través de acuerdos internacionales.

## 2. La fuga de carbono

Un segundo tema importante, estrechamente vinculado a los temores sobre la pérdida de competitividad, es la fuga de carbono. Se trata de la posible reubicación industrial como respuesta a las restricciones de emisión de gases de efecto invernadero en los países del anexo B del Protocolo de Kyoto, que desplazaría la producción de industrias con uso intensivo de energía y carbono hacia países en desarrollo que no enfrentan restricciones similares en sus emisiones de gases de efecto invernadero, reduciendo las emisiones de la producción en una parte del mundo para aumentarlas en otra.

La reubicación de industrias implicaría una amenaza real para el logro de las metas climáticas, mientras se basen en la producción. Un ejemplo que ilustra este temor es el caso del contenido de carbono en equipos de audio y video exportados por China hacia los Estados Unidos, que en 2003 se elevó a 27,4 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> (MtCO<sub>2</sub>). Ese mismo equipo, producido en los Estados Unidos, hubiese significado 21,4 MtCO<sub>2</sub>, es decir, casi un 25% menos que en China. La diferencia en el contenido de carbono es el resultado de un uso relativamente alto de carbón para la generación eléctrica en el proceso productivo y tecnologías menos eficientes en China. Las estimaciones sobre emisiones adicionales totales de carbono que resultan del CO<sub>2</sub> incorporado en el comercio de China con los Estados Unidos durante el período 1997-2003 ascienden a 720 MtCO<sub>2</sub>, lo cual supera por alrededor de un 17% las emisiones totales de CO<sub>2</sub> del Canadá en 2003 (Bin y Harris, 2007, págs. 3-5) y son cercanas a las emisiones de México en un año.

Sin embargo, también se podría argumentar que los consumidores de los Estados Unidos estarían trasladando a China las emisiones necesarias para mantener su nivel de consumo.

Un estudio sobre la fuga de carbono en el sector del acero indica que un impuesto de 25 dólares por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> aplicado en Europa y el Japón hubiese provocado una fuga del 50% en 2020, que disminuiría al 35% al reducirlo a 12 dólares por tonelada métrica de CO<sub>2</sub> (Gielen y Moriguchi, 2002).

En todo caso, lo que domina el debate en los países desarrollados es la preocupación por el debilitamiento de las medidas de reducción de emisiones a escala global y las repercusiones económicas y sociales de una reubicación industrial fuera de los países desarrollados, comprometidos a reducir las emisiones.

## B. Oportunidades de transferencia tecnológica

La política climática internacional intenta que las tecnologías con gran intensidad de emisiones de carbono pierdan competitividad en los países desarrollados (países incluidos en el anexo I), sobre todo a medida que el precio creciente del carbono se vaya trasladando a sus costos operativos, y busca la difusión acelerada de tecnologías limpias, fundamentales para los esfuerzos de mitigación climática.

Es importante también una mayor transferencia tecnológica para mejorar el desempeño energético y ambiental de los países en desarrollo. Sin embargo, esta transferencia no se ha producido a escala global, sea por razones de precios, de protección de la propiedad intelectual o por prácticas anticompetitivas. Una pregunta que surge es si las reglas de la OMC podrían estar obstaculizando la rápida difusión tecnológica (Roffe y Santa Cruz, 2007), en particular, las tecnologías de reducción de emisiones, lo cual indicaría que los negociadores comerciales debieran considerar la introducción de ciertas modificaciones climáticas en el acuerdo sobre aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio (ADPIC) de la OMC y en las respectivas disposiciones de los acuerdos de libre comercio regionales, con flexibilidad, por ejemplo, en la concesión de las licencias obligatorias o en la autorización de producción de copias genéricas o de ingeniería inversa contra pago

de regalías al propietario de la patente<sup>14</sup>. Ello implicaría un desafío pero también una oportunidad, teniendo en cuenta antecedentes de dificultades que ha significado la introducción de flexibilidades en el pasado y que han tenido su manifestación más explícita en el tema de la salud pública<sup>15</sup>.

Por otra parte, se ha podido constatar (Holm Olsen, 2005) que los proyectos de mecanismos para un desarrollo limpio en los países en desarrollo tampoco han tenido los resultados que se esperaba para cambiar los patrones de inversión en los sectores con mayor impacto en el cambio climático, como proyectos de generación de energía, transporte y uso de energía en la industria. Las reglas sobre inversión en el ámbito comercial tampoco fueron concebidas para promover inversiones de interés climático en los países.

El desarrollo de un régimen de inversiones bajas en carbono podría ser necesario para abordar el doble objetivo de una rápida difusión de tecnologías clave para la reducción de emisiones al tiempo que se asegura el aumento de la competitividad de sectores dinámicos en el comercio internacional.

### **C. Adaptación de la inversión extranjera directa (IED) y la competitividad de las industrias con altas emisiones de carbono**

Tal como se mencionaba en la sección anterior, diversos estudios se han inspirado en la separación geográfica que genera el comercio internacional en el consumo y en la producción de CO<sub>2</sub>, para destacar el alto contenido de carbono que representa el comercio para muchos países o grupos de países. El contenido de CO<sub>2</sub> en el comercio está muy vinculado con el tipo de especialización exportadora de los países. En caso de tratarse de países con menos industrias ambientalmente sensibles, sus exportaciones también tendrán un menor contenido de emisiones de CO<sub>2</sub> en la etapa de producción<sup>16</sup>.

En el siguiente gráfico se ilustran las estimaciones de la Agencia Internacional de Energía (AIE/OCDE, 2007b) sobre el contenido de CO<sub>2</sub> para algunos subsectores manufactureros de los países desarrollados, donde la minería se destaca por el mayor nivel de emisiones.

---

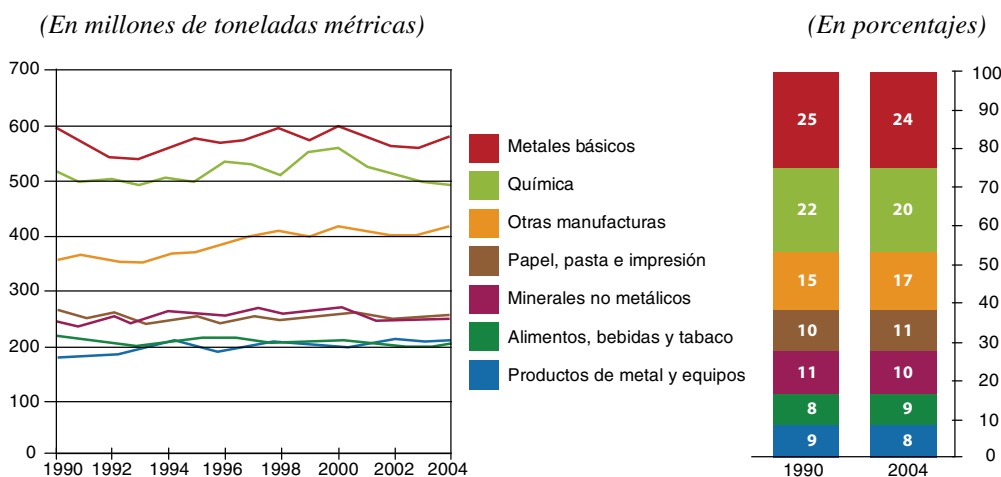
<sup>14</sup> La base de la propiedad intelectual radica en que el titular goza de un derecho en virtud del cual puede legalmente excluir a terceros del uso de un bien o servicio en un territorio determinado. La internacionalización y armonización de la protección a la propiedad intelectual encontró su fundamento en el proceso de internacionalización y liberalización del comercio de bienes y servicios y la necesidad de que los bienes que tienen protección en un territorio determinado no pierdan ese privilegio cuando se exportan a otro territorio. Si bien el propósito de reforzar las disciplinas multilaterales de protección a los derechos de propiedad intelectual ha sido fomentar la aparición de nuevas tecnologías en los mercados, la necesidad de encontrar un balance entre la rápida difusión de tecnologías patentadas y su protección en el contexto de las preocupaciones climáticas podría requerir la introducción de flexibilidades en el Acuerdo sobre los ADPIC de la OMC, similar al acuerdo sobre los aspectos de derechos de propiedad intelectual con relación a la salud pública de 2001.

<sup>15</sup> En su momento la aprobación de la Declaración relativa al acuerdo sobre los ADPIC y la salud pública de 2001 se consideró todo un hito en la historia del sistema de comercio internacional y el acuerdo finalmente fue la manifestación clara de la voluntad política de los países. Básicamente reitera las flexibilidades del Acuerdo sobre los ADPIC respecto a la compatibilidad entre la protección de la salud o de cualquier medida de interés público, con la protección de la propiedad intelectual. Con ello reconoce que el ADPIC “no impide ni deberá impedir que los Miembros adopten medidas para proteger la salud pública (...) el acuerdo puede y deberá ser interpretado y aplicado de una manera que apoye el derecho de los Miembros de la OMC de proteger la salud pública y, en particular, de promover el acceso a los medicamentos para todos”.

<sup>16</sup> Este grupo comprende las industrias de hierro y acero, metales no ferrosos, químicos industriales, pulpa y papel y minerales no metálicos, que además de ser industrias muy contaminantes, casi siempre son de alta densidad de uso de energía y capital, presentan las mayores intensidades de emisiones a los distintos medios por unidad de producto, representan menos empleo y no son dinámicas en el comercio mundial (solo el 10% de ellas están dentro del grupo de industrias dinámicas en el comercio mundial). La ubicación de la producción de las industrias ambientalmente sensibles se explica por la evolución de los precios relativos de la energía, el capital, los recursos naturales y, en el futuro, del precio del carbono.

Por otra parte, el destino sectorial de las inversiones, sus características en cuanto a intensidad de emisiones y su papel en materia de transferencia de tecnología son elementos fundamentales cuando se busca transitar hacia sistemas productivos menos contaminantes, menos intensivos en carbono y con más aplicación de conocimientos, para avanzar hacia pautas de desarrollo más sostenibles, y más sanos para el clima del país receptor.

**GRÁFICO IV.1**  
**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR SUBSECTOR MANUFACTURERO**



Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *Energy Use in the New Millennium. Trends in IEA countries*, París, 2007.

A los efectos sectoriales de la inversión extranjera directa (IED), se agrega la apertura de las economías, que, al generar cambios de los precios relativos y una nueva asignación de recursos, influye en la especialización productiva y el perfil exportador de los países de América Latina y el Caribe, básicamente mediante los tres efectos siguientes:

- El efecto de escala: si el comercio y las inversiones crecen, habrá una expansión de las actividades económicas, y si la naturaleza de estas actividades permanece sin cambios, el volumen total de la carga de contaminación y uso de energía también crecerán.
- El efecto de composición: con la apertura de las economías, los países tienden a redistribuir sus recursos en función de las ventajas comparativas, con lo cual tienden a especializarse en sectores que pueden tener mayor o menor incidencia climática. En muchos países de la región esto significó un estímulo a la inversión, producción y exportaciones de industrias contaminantes, con uso intensivo de energía y capital.
- El efecto tecnológico: se refiere a los cambios que pueden ocurrir en los procesos productivos por la incorporación o no de nuevas tecnologías. Está muy vinculado con la carga de contaminación o intenso uso de energía y emisiones de carbono por unidad producida.

Estos efectos son importantes para las opciones sectoriales de adaptación al cambio climático en la región. El destino sectorial de la inversión, su calidad y su rol en materia de transferencia de tecnología definen la carga ambiental en la inserción internacional de los países de la región.

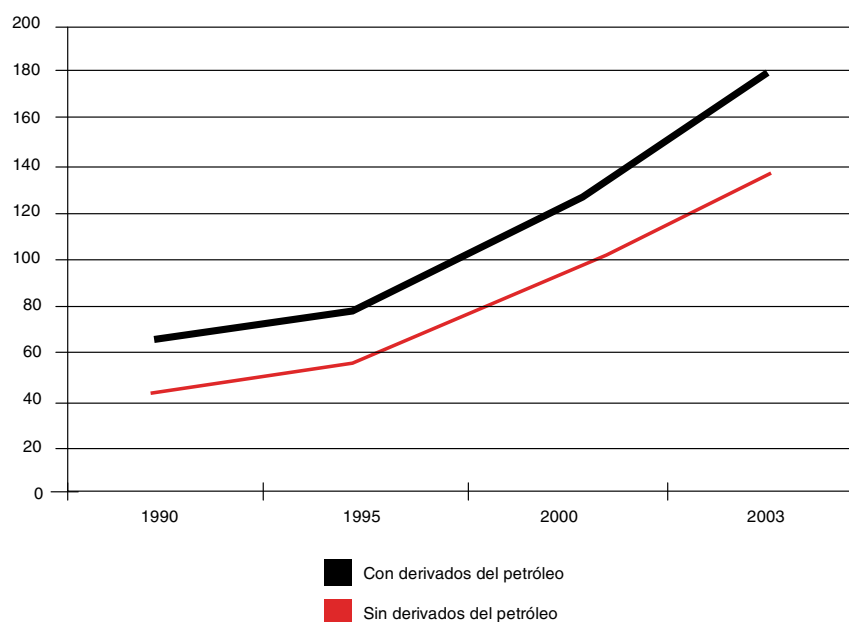
Si bien es difícil conocer con precisión las consecuencias ambientales y climáticas de la inversión extranjera directa en los países de América Latina y el Caribe, los datos sobre afluencia de IED indican que ha tenido un papel crucial en la definición de los grandes proyectos de explotación de recursos naturales para exportación. También se sabe (Romo, 2007) que, sobre todo en América del Sur, la IED ha sido un factor determinante de la trayectoria crecientemente competitiva de las industrias ambientalmente sensibles, incrementando con ello el costo de oportunidad de mantener los recursos naturales sin explotar y aumentando, por lo tanto, la presión sobre ellos.

Lo que finalmente se perfila en la región, sobre todo en América del Sur, es una estructura exportadora, en muchos países competitiva, en industrias con uso intensivo de energía y capital y alta contaminación. Si bien las exportaciones regionales han crecido muchísimo en la última década, la reasignación de recursos que tuvo lugar en la mayoría de los países de la región significó, en muchos casos, un estímulo a la inversión, la producción y exportaciones en industrias que son ambientalmente sensibles, mientras que la mayor parte de las economías avanzadas del mundo están adoptando patrones comerciales que se alejan de manera clara de este tipo de industrias, consolidando patrones exportadores con mayor contenido tecnológico y menos intensidad en las emisiones de carbono (CEPAL, 2008a).

Cabe destacar, además, que este patrón exportador ambientalmente sensible aumenta la dificultad de la región para transitar hacia economías con bajas emisiones de carbono y responder a las crecientes exigencias climáticas en los mercados de destino de sus exportaciones.

Como se ilustra en el gráfico IV.2, el volumen exportado por este tipo de industrias se triplicó en los países de América Latina y el Caribe durante el período de 1990 a 2003 y el principal destino de estas exportaciones son los mercados de los países industrializados.

**GRÁFICO IV.2**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: VOLUMEN DE EXPORTACIÓN DE LAS INDUSTRIAS**  
**AMBIENTALMENTE SENSIBLES HACIA EL MUNDO**  
*(En millones de toneladas)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco de Datos del Comercio Exterior de América Latina y el Caribe (BADECEL).

Sin embargo, el análisis individual de los perfiles exportadores muestra una gran heterogeneidad en los países de la región, con importantes diferencias en la participación de las industrias ambientalmente sensibles en el total exportado, es decir, que algunos países de la región son más vulnerables a potenciales restricciones que otros (véase el cuadro IV.3).

**CUADRO IV.3**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (PAÍSES SELECCIONADOS): PARTICIPACIÓN DE LAS**  
**INDUSTRIAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES EN EL TOTAL EXPORTADO, 2003-2004**  
(En porcentajes)

Jamaica	63,0
Trinidad y Tabago	55,0
Chile	45,4
Barbados	38,0
Venezuela (República Bolivariana de)	36,1
El Salvador	25,2
Colombia	19,0
Argentina	18,0
Guatemala	13,6
Uruguay	10,5
Bolivia (Estado Plurinacional de)	10,2
México	7,9

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco de Datos del Comercio Exterior de América Latina y el Caribe (BADECEL).

Aun cuando la contribución de las industrias ambientalmente sensibles al total exportado representa un dato de relevancia, no resulta de utilidad para determinar si un país es competitivo en este grupo de productos. Para tal fin, se calcula el índice de ventaja comparativa revelada (VCR), recordando que, cuando su valor es superior a uno, se puede inferir que el país es competitivo en el mercado internacional<sup>17</sup>.

En el gráfico IV.3 se muestra el índice de VCR en industrias ambientalmente sensibles que presentaba América Latina y el Caribe en 2004 en cinco mercados de referencia: América Latina y el Caribe, Asia en desarrollo<sup>18</sup>, Europa occidental<sup>19</sup>, América del Norte<sup>20</sup> y los países industrializados<sup>21</sup>. Asimismo, se realizó el cálculo con y sin México, ya que, por su importancia en el comercio de la

<sup>17</sup> El índice de ventaja comparativa revelada (VCR) se calcula como  $VCR_{ij} = (X_{ji}/X_{jt})/(X_{it}/X_{tw})$ , donde  $j$  es un producto o industria (Código CUCI, Rev. 1),  $i$  es un país,  $w$  es el mundo y  $t$  es el total. Mide cambios en la participación de las exportaciones de un país en un producto  $j$  en las exportaciones mundiales de ese producto  $j$ , comparándolo con cambios en la participación del total de exportaciones del país en el total de exportaciones mundiales, es decir, teniendo en cuenta el peso relativo por el tamaño del país. Si  $VCR > 1$ , el país posee ventaja comparativa en el producto, es decir que su participación en el mercado mundial de ese producto es superior a su participación total en las exportaciones mundiales. Si  $VCR < 1$ , el país carece de ventaja comparativa en ese producto.

<sup>18</sup> El mercado de Asia en desarrollo incluye a: Arabia Saudita, China, Chipre, Filipinas, Hong Kong (Región Administrativa Especial de China), India, Indonesia, Jordania, Malasia, Nepal, Omán, Pakistán, Qatar, Región Administrativa Especial de Macao, República de Corea, Singapur, Siria, Tailandia y Turquía.

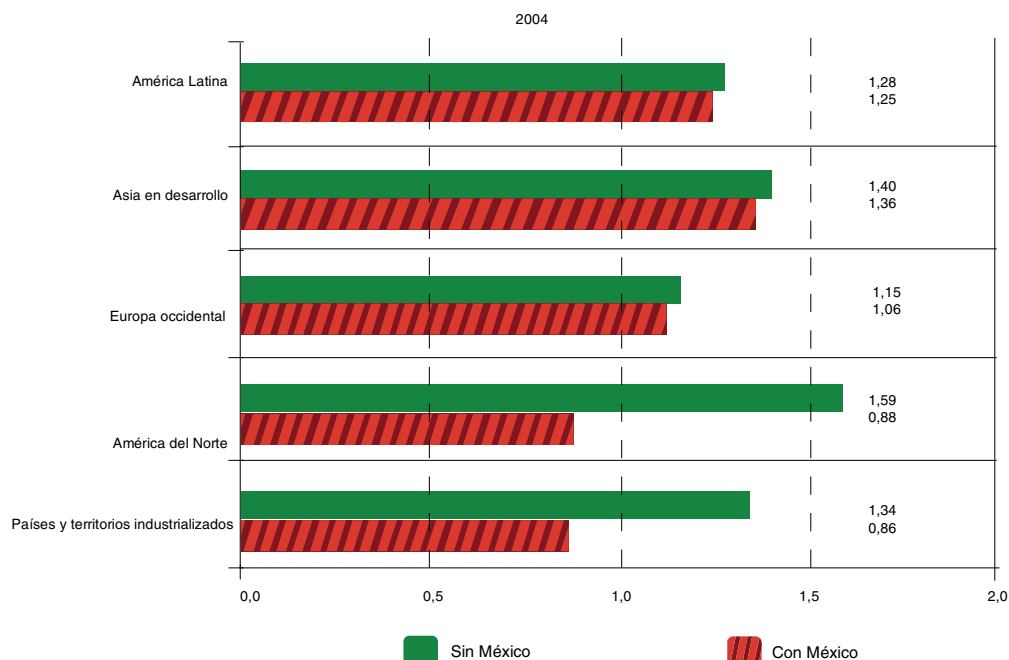
<sup>19</sup> El mercado de Europa occidental comprende: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Guadalupe, Irlanda, Islandia, Italia, Liechtenstein, Luxemburgo, Martinica, Mónaco, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Reunión, Suecia y Suiza.

<sup>20</sup> El mercado de América del Norte incluye a: Canadá y Estados Unidos.

<sup>21</sup> El mercado de los países y territorios industrializados abarca a: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Guadalupe, Grecia, Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Liechtenstein, Luxemburgo, Martinica, Mónaco, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Reunión, Suecia y Suiza.

región, podría sesgar las tendencias regionales en conjunto. Los resultados revelan que la región, excluido México, es muy competitiva en los mercados de los países desarrollados, donde este grupo de industrias podrá enfrentar crecientes exigencias climáticas en un futuro no muy lejano.

**GRÁFICO IV.3**  
**ÍNDICE DE VENTAJA COMPARATIVA REVELADA DE INDUSTRIAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES EN CINCO MERCADOS IMPORTADORES**



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base del programa TradeCAN 2006 Edition.

En términos de su orientación hacia industrias ambientalmente sensibles o de mayor contenido tecnológico, los resultados sobre especialización y competitividad exportadora también dejan en evidencia la marcada heterogeneidad existente entre los países, con lo cual resulta engañoso realizar generalizaciones sobre la vulnerabilidad climática del perfil exportador de la región en su conjunto (Romo, 2007):

- Chile y Trinidad y Tabago y, en menor medida, el Perú y la República Bolivariana de Venezuela tienen los perfiles exportadores con mayor participación de industrias ambientalmente sensibles, por lo tanto son más vulnerables a las nuevas exigencias climáticas.
- Costa Rica y México presentan perfiles de exportación con mayor contenido tecnológico y exhiben menos vulnerabilidad.
- La situación del resto de los países varía: algunos muestran perfiles más equilibrados con participación de industrias ambientalmente sensibles y también de mediano y alto contenido tecnológico, como la Argentina y el Brasil.

La inversión extranjera directa ha desempeñado un papel fundamental en la configuración de los distintos perfiles exportadores. México atrae inversiones hacia sectores con contenido tecnológico medio y alto, lo cual contribuye a configurar un patrón exportador más limpio. En otros casos, como



los de Chile, el Perú o la República Bolivariana de Venezuela, el impacto de la IED ha contribuido a consolidar un patrón exportador más contaminante (véase el cuadro IV.4).

**CUADRO IV.4**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (PAÍSES SELECCIONADOS): INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA (IED) EN INDUSTRIAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES**  
*(En millones de dólares y porcentajes del total de la IED)*

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Brasil	606	1 032	741	2 132	2 117	3 820	2 520
	<b>6,3</b>	<b>5,9</b>	<b>2,8</b>	<b>6,8</b>	<b>6,3</b>	<b>18,1</b>	<b>13,5</b>
Bolivia (Estado Plurinacional de)	73,1	325,8	500,1	407,2	410,1	442,6	519,4
	<b>17,1</b>	<b>38,1</b>	<b>48,7</b>	<b>40,3</b>	<b>49,2</b>	<b>53,1</b>	<b>49,7</b>
Chile	1 586,5	2 074,2	2 855,9	1 611,8	414,6	1 549,3	2 110,8
	<b>32,8</b>	<b>39,7</b>	<b>47,8</b>	<b>17,7</b>	<b>13,8</b>	<b>31,9</b>	<b>63,5</b>
Ecuador	302	555,3	753,6	602,9	680,4	1 119,9	1 062,6
	<b>60,4</b>	<b>76,7</b>	<b>86,6</b>	<b>93,0</b>	<b>94,5</b>	<b>84,2</b>	<b>83,3</b>
Trinidad y Tabago	322,9	949,9	587,5	451,9			
	<b>90,6</b>	<b>95,0</b>	<b>80,3</b>	<b>70,3</b>			
Venezuela (República Bolivariana de)	1 087	3 164	1 731	2 045	1 354	2 204	541
	<b>49,8</b>	<b>57,2</b>	<b>38,5</b>	<b>62,2</b>	<b>30,3</b>	<b>63,9</b>	<b>39,5</b>
México	1 635,2	1 054,7	1 267	1 580,1	1 925,8	510,8	
	<b>16,4</b>	<b>7,3</b>	<b>10,3</b>	<b>12,3</b>	<b>12,5</b>	<b>2,0</b>	
Perú	131,9	88,8	140,9	281	34,9		
	<b>11,3</b>	<b>8,5</b>	<b>17,7</b>	<b>20,1</b>	<b>2,4</b>		

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).

Un patrón exportador más acorde con las aspiraciones de desarrollo sostenible y menos vulnerable a las exigencias climáticas requiere movilizar inversiones hacia sectores productivos más dinámicos, que combinen innovación tecnológica y valor agregado. Ello también permitiría disminuir las consecuencias ambientales y la intensidad de carbono de las economías. Volviendo al caso de México, su excepcional patrón exportador concentrado en productos de tecnología media y alta no podría explicarse sin inversión extranjera directa en el sector de la electrónica y la industria automotriz. Un perfil exportador con alta densidad de carbono implica que los países emitan carbono en la producción para satisfacer el consumo de los países desarrollados, que son los principales compradores. De ahí la importancia de la discusión antes mencionada sobre la distribución equitativa de los costos de mitigación, con inclusión de los consumidores, y sobre la externalización de los costos climáticos a los países en desarrollo. Desde la perspectiva de este análisis, la región es fundamentalmente productora de emisiones, salvo México, que es también consumidor de emisiones.

## D. Resumen

La adaptación incluye los ajustes a los cambios provocados por las respuestas de los países desarrollados a sus necesidades de mitigación en ámbitos como el comercio y la inversión. El comercio puede verse restringido en función del contenido de carbono de los bienes y servicios, incluido el transporte.

Los países en desarrollo deberán prever que la competitividad de productos basados en procesos productivos que exigen elevadas emisiones se verá afectada a medida que el precio creciente de emitir el carbono se vaya trasladando a sus costos operativos. La protección de las exportaciones debería incluir mejores procesos de producción así como una mejora gradual y coordinada de las normas relativas a la eficiencia energética para insumos —motores eléctricos, por ejemplo— y productos comerciables (línea blanca).

La inversión extranjera puede profundizar la especialización y la competitividad en sectores con más emisiones, ya sea porque estas respondan a políticas de reubicación de la producción desde países con compromisos de restringir las emisiones de carbono o porque prevalece el interés por explotar recursos naturales y percibir una renta. Este patrón de inversiones puede tener consecuencias sobre los posibles costos futuros de transitar hacia patrones de producción más limpios en los países de la región. Se recomienda que en los procesos de autorización de inversiones y de licitación o construcción de infraestructura, se incorpore la intensidad de carbono como factor tanto en la construcción como en el funcionamiento. También resulta recomendable el desarrollo de medios de transporte para el comercio internacional con menos intensidad de emisiones de carbono.

En el contexto de nuevas restricciones al comercio motivadas por el contenido de carbono, la contabilidad del carbono en las diversas etapas del ciclo de vida —producción, transporte y consumo— cobra especial relevancia. Hasta ahora, la contabilidad del carbono se aplica a los productores y no a los consumidores. Desde el punto de vista del carbono, la región es productora neta, es decir que emite carbono para satisfacer el consumo extrarregional, con la excepción de México. Por tanto, para la región es importante la distinción entre producción y consumo de carbono. Asimismo, es recomendable generar mecanismos institucionales para la futura identificación del contenido virtual de carbono en el comercio internacional (etiquetado), en la eventualidad de enfrentar o promover mayores exigencias en esta materia<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> El comercio internacional incluye tanto las importaciones como las exportaciones.



## V. La región en el panorama energético global

Los cambios normativos que introduzcan los países industrializados en el consumo mundial de energía para mitigar sus emisiones de CO<sub>2</sub> a una trayectoria climáticamente segura y los cambios de estrategia de las empresas de energía pueden tener repercusiones en los mercados energéticos mundiales y en la dinámica de sus precios relativos, los que a su vez tendrían efectos macroeconómicos y fiscales, según la matriz energética de los países importadores y de sentido negativo para los exportadores.

La aceleración del desarrollo y la comercialización de nuevas tecnologías que modifican la demanda de combustibles y la participación de las diversas fuentes de generación también modificarán los precios y obligarán a prepararse para absorber de mejor manera el cambio tecnológico.

La reducción de los costos unitarios de las nuevas tecnologías energéticas, puede hacer más pronunciados los cambios de inversión en gas, petróleo, carbón, energía nuclear y energía renovable que los países de América Latina y el Caribe han previsto para hacer frente a la demanda y asegurar el suministro<sup>1</sup>.

Ante estas consideraciones, se impone prestar atención a la situación energética mundial y a los escenarios de los países industrializados sobre el futuro energético global y la forma en que la región de América Latina y el Caribe se inserta en esas visiones. Este capítulo, cuyo objetivo es contribuir a la comprensión de estos temas, tiene como fundamento el estudio *Energía y Cambio Climático: oportunidades para una política energética integrada en América Latina y el Caribe* (Acquatella, 2008), elaborado como insumo para este documento.

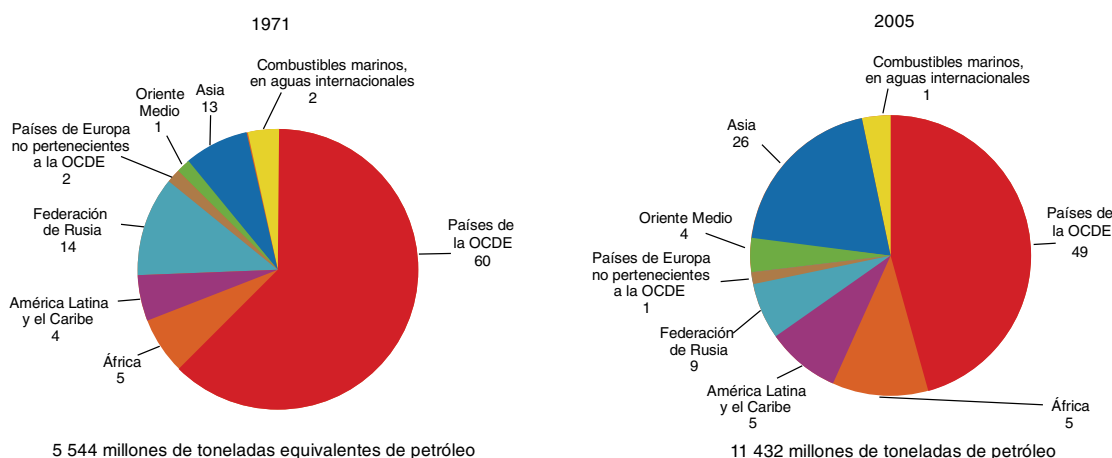
---

<sup>1</sup> A modo de ejemplo, se deja de lado una inversión relativamente más barata en combustóleo a favor de una inversión más cara en generación mediante gas. Podría tornarse económicamente inviable en comparación con un desplazamiento del combustóleo al gas natural en los países de la OCDE, si se produjera un aumento del precio del gas y cayera el precio del combustóleo, dejando en el país en desarrollo una inversión cara y de mayor costo de operación, que deberá reconvertirse a combustóleo.

## A. América Latina y el Caribe en la oferta mundial de energía primaria

Entre 1971 y 2005, el aumento de la participación de América Latina en la producción mundial de energía primaria, del 4% al 5%, fue el menor de las regiones en desarrollo y solo comparable con el de África. En cambio, la participación de Asia —China incluida— aumentó del 13% al 26% y la de Oriente Medio del 1% al 4%. En el mismo período, los países de la OCDE, aunque continuaron siendo los mayores productores de energía a nivel mundial, redujeron su participación del 60% al 49%. Un comportamiento similar tuvieron los países de la ex Unión Soviética, que redujeron su participación del 14% al 9%. El mundo en desarrollo está aumentando su participación, en tanto que la región de América Latina y el Caribe se encuentra casi estancada en términos relativos, aunque duplicó con creces su oferta en términos absolutos de 1971 a 2005, como se podrá ver en el gráfico V.1.

**GRÁFICO V.1**  
**SUMINISTRO TOTAL DE ENERGÍA PRIMARIA, POR REGIÓN**  
(En porcentajes)

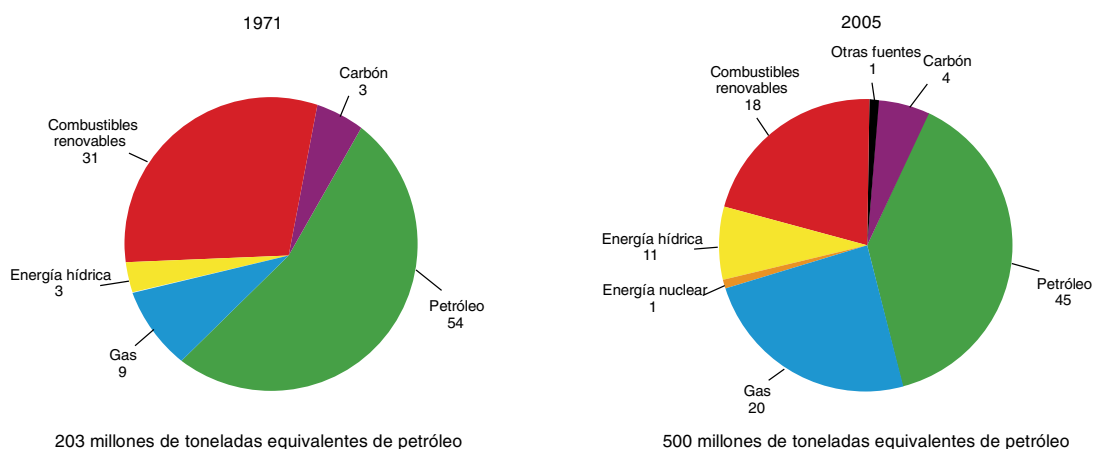


Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *Energy Balances of non-OECD Countries 2004-2005*, París, 2007.

### 1. Composición de la oferta

Hacia 2005, el petróleo continuaba siendo en América Latina, con un 45%, el combustible más importante en la oferta primaria de energía. La participación del gas natural había crecido de un 9% en 1971 a un 20%, en tanto que la participación del carbón —en aumento en los años recientes— representaba un 4% de la oferta. La generación hidroeléctrica se triplicó de 1971 a 2005, pasando del 3% al 11%. Los combustibles renovables (leña) disminuyeron su participación del 31% al 18% en este período, reflejando el proceso de urbanización y mejora del poder adquisitivo de la población, en tanto que la energía nuclear experimentó un estancamiento, representando solo el 1% de la oferta primaria de energía de la región (véase el gráfico V.2) (Acquatella, 2008).

**GRÁFICO V.2**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: SUMINISTRO TOTAL DE ENERGÍA DE**  
**COMBUSTIBLES FÓSILES**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *Energy Balances of non-OECD Countries 2004-2005*, París, 2007.

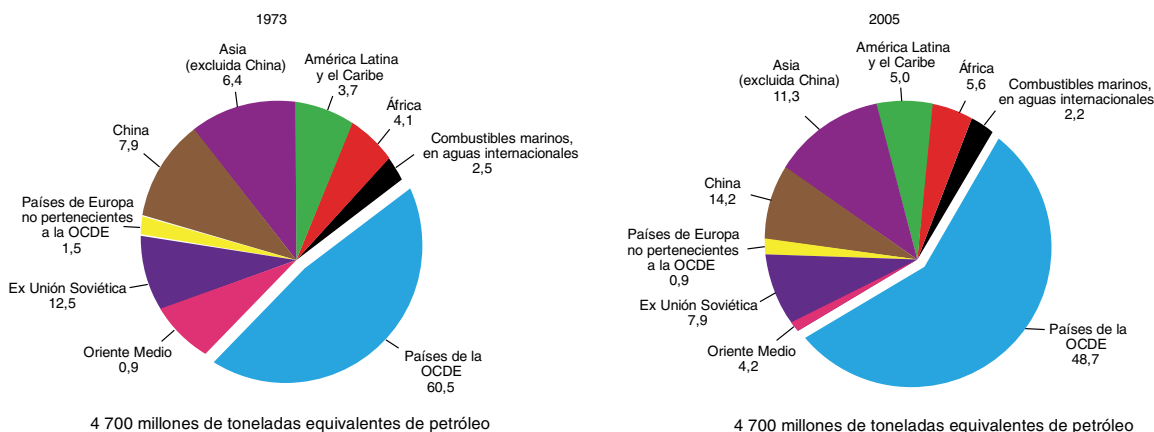
En 2005, los combustibles fósiles representaban cerca del 69% de la oferta de la energía regional en comparación con el 66% que tenían en 1971; un crecimiento acompasado con la tendencia mundial. El escenario de referencia de la Agencia Internacional de Energía (AIE) prevé el mantenimiento de esta tendencia en los próximos años, pues las industrias del gas y del carbón continúan creciendo a un ritmo relativamente más rápido que el de otras fuentes en la oferta de energía primaria.

## B. América Latina y el Caribe en el consumo mundial de energía

De 1971 a 2005 el consumo mundial final de energía creció a una tasa media del 2,2%, estando la mayoría de la demanda representada por los sectores del transporte, el industrial y el residencial (27%, 27% y, 25% respectivamente, en 2005). Hasta ese año, la mayoría de la producción de carbón (78%) fue requerida por el sector industrial; el 60% de los productos de petróleo por el sector transporte; mientras que el consumo de gas natural se repartió entre el sector industrial (35%) y el residencial (33%).

En el período de 1973 a 2005, la participación de América Latina en el consumo final de energía primaria se expandió del 3,7% al 5,0% del total mundial. En el gráfico V.3 se compara la evolución de la participación regional en el consumo final de energía primaria, en comparación con otras regiones del mundo. Allí puede verse que los países de la OCDE representan el mayor grupo consumidor de energía, con algo menos de la mitad del total mundial (49%). Debido al mayor crecimiento del consumo de energía en las regiones en desarrollo, su participación continúa disminuyendo (de un 60,5% en 1973 a un 49% en la actualidad). En el mundo en desarrollo la mayor expansión del consumo se registra en China (del 8% en 1973 al 14,2% en 2005), el resto de Asia (del 6,4% en 1973 al 11,3% en 2005) y en el Oriente Medio (del 0,9% en 1973 al 4,2% en 2005).

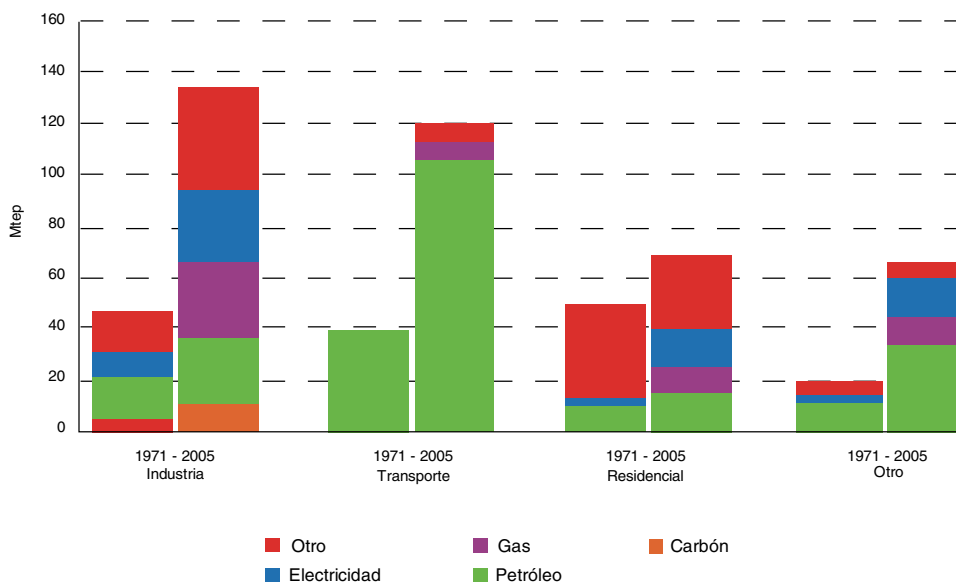
**GRÁFICO V.3**  
**CONSUMO FINAL DE ENERGÍA PRIMARIA, POR REGIÓN**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *Key World Energy Statistics, 2007*, París, 2007.

En el gráfico V.4 se muestra la composición por sector del consumo energético final en América Latina en el período de 1971 a 2005, durante el cual ambos sectores, el industrial y el de transporte, triplicaron su consumo final de energía. En cuanto a la demanda por tipo de combustible en esta expansión, la mayor parte del aumento del consumo de petróleo durante este período se debe al sector transporte. La expansión del consumo energético del sector industrial muestra una mayor diversificación de fuentes, habiendo sido en el consumo de electricidad y de gas natural donde se registró el mayor crecimiento durante el período.

**GRÁFICO V.4**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLE, POR SECTOR**  
*(En millones de toneladas equivalentes de petróleo)*



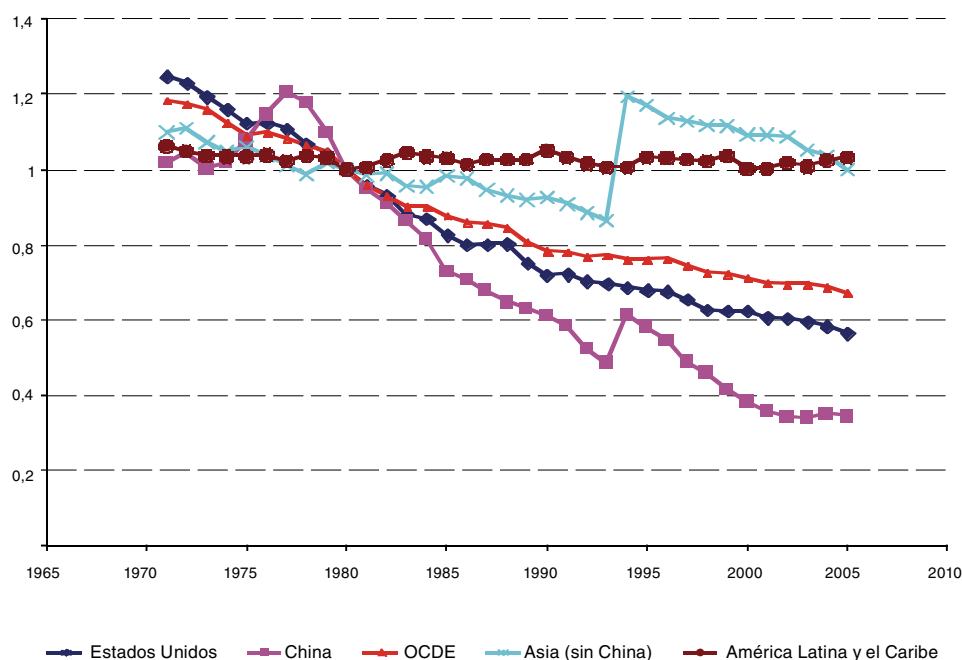
Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *Energy Balances of non-OECD Countries 2004-2005*, París, 2007.

## C. Intensidad energética en América Latina y el Caribe<sup>2</sup>

La evolución de la intensidad energética en América Latina y el Caribe durante el período de 1980 a 2005, es decir, la relación entre el consumo energético y el PIB, se ha estancado en relación con los avances logrados por otras regiones. En el gráfico V.5 se muestra que el indicador de la región ha permanecido prácticamente en los mismos niveles de 1980. En cambio, en el promedio mundial, la Unión Europea, reconocida por sus políticas de eficiencia energética, e incluso los Estados Unidos —con políticas más laxas en ese sentido— muestran una importante reducción de este indicador durante los últimos 25 años.

El estancamiento de la intensidad energética en América Latina probablemente está relacionado con la debilidad o falta de prioridad de las políticas de eficiencia energética en los países de la región, con una estructura económica donde la industria primaria y la explotación de recursos naturales tiene mayor peso que en el promedio mundial, y con el mayor consumo energético del transporte que ha mejorado relativamente poco en eficiencia.

**GRÁFICO V.5**  
**EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA, 1970-2005<sup>a</sup>**  
(Índice 1980=1)



Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *Energy Balances of non-OECD Countries 2004-2005*, París, 2007 y Hugo Altomonte y otros, "América Latina y el Caribe frente a la coyuntura energética internacional", *Documentos de proyecto*, N° 220 (LC/W.220), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2008, sección 1.4.1, pág.s 30-32.

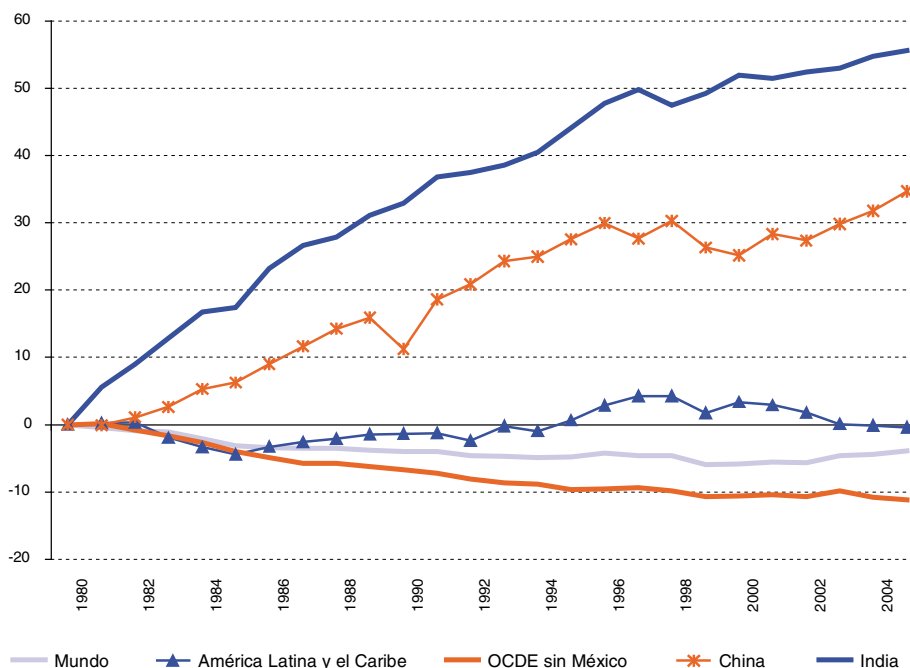
<sup>a</sup> El índice de intensidad energética es la oferta total de energía primaria (OTEP) sobre el producto interno bruto (PIB).

<sup>2</sup> Esta sección se basa en Altomonte y otros (2008), secciones 1.4.1 y 1.4.2.



La intensidad de las emisiones de CO<sub>2</sub> con respecto al consumo de energía se encuentra igualmente estancada, lo que pone en evidencia las oportunidades de mejorar las tecnologías aplicadas en la región y satisfacer las necesidades de mitigación (véase el capítulo VI). Este estancamiento se debe en parte al marco normativo de los sectores eléctricos, que premia las inversiones con alta intensidad de carbono, de rápido retorno y seguridad en el suministro (véase el gráfico V.6).

**GRÁFICO V.6**  
**EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD DE EMISIONES POR UNIDAD DE ENERGÍA**  
**CONSUMIDA: 1980-2005**  
(En porcentajes)



Fuente: Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 5.0", Washington, D.C., 2009.

## D. La región en el escenario de mitigación de la Agencia Internacional de Energía de 2005 a 2030<sup>3</sup>

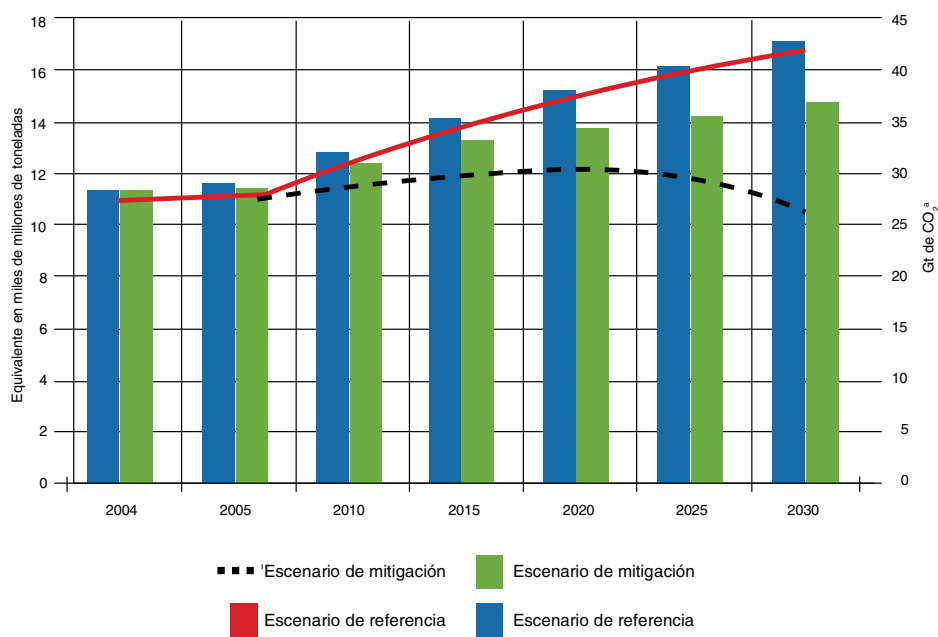
De los escenarios manejados por la AIE a solicitud de la Cumbre del Grupo de los Ocho, como parte del plan de acción de Gleneagles<sup>4</sup>, el que mejor acoge el supuesto de la estabilización de la temperatura media del planeta en un "rango prudente", es el escenario de mitigación más allá de una política alternativa (AIE/OCDE, 2006). Esta supone estabilizar la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera en el límite inferior del rango —450-500 partículas por millón— y lograr que las emisiones hacia 2030 no superen los niveles de 2005.

<sup>3</sup> Esta sección se basa parcialmente en Acquatella (2008), cap. 4.

<sup>4</sup> La Cumbre del Grupo de los Ocho celebrada en Gleneagles (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte) en julio de 2005 —que incluyó la participación de Rusia, el Brasil, China, India, México y Sudáfrica— se centró en estrategias de desarrollo para mitigar el cambio climático, asegurar energía limpia y desarrollo sostenible.

Esta trayectoria de estabilización requiere importantes cambios tecnológicos, normativos e institucionales, así como la movilización de recursos para modificar las tendencias prevalecientes con respecto al uso y la producción de energía. Se trata de un escenario audaz de mitigación, con fuertes ganancias de eficiencia energética (15%), mayor participación de fuentes renovables y nucleares, y el despliegue acelerado de las nuevas tecnologías de energía limpia para la reducción de emisiones<sup>5</sup>. En el gráfico V.7 se ilustra la trayectoria de la oferta de energía y las emisiones del escenario de mitigación en comparación con el escenario de referencia para 2030.

**GRÁFICO V.7**  
**OFERTA DE ENERGÍA Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO SEGÚN**  
**LOS ESCENARIOS DE REFERENCIA Y DE MITIGACIÓN**



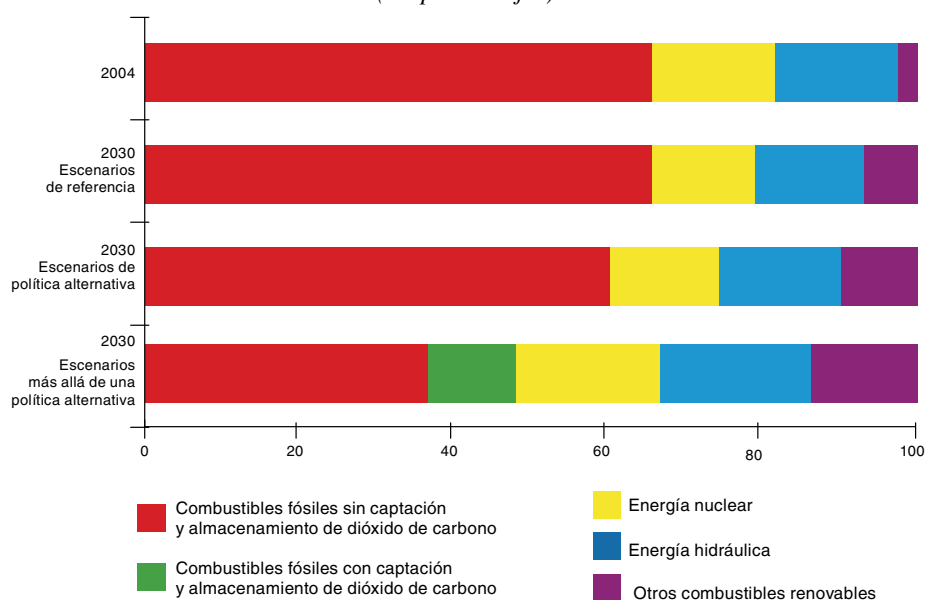
Fuente: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, octubre de 2007.

<sup>a</sup> Gigatoneladas de dióxido de carbono.

La matriz de oferta energética debiera alterarse radicalmente en comparación con el escenario de referencia a 2030, como se muestra en el gráfico V.8. Según este escenario, el carbón continúa siendo la fuente más importante de energía eléctrica, pero su participación en la generación disminuye del 40% actual (2004) al 26% en 2030, la generación a partir de gas natural pasa a ser la segunda fuente con 21% de participación proyectada para 2030, y la generación eléctrica a partir de energía renovable, hidráulica y nuclear se expande, representando cada una aproximadamente el 17% del total (AIE/OCDE, 2006 y 2007c).

<sup>5</sup> El escenario de mitigación más allá de una política alternativa (Beyond Alternative Policy Scenario) no incluye la expansión del acceso a la cobertura eléctrica (acceso a la energía) en los países en desarrollo. Según estimaciones de la Agencia Internacional de Energía, en el año 2030 habría 1.400 millones de personas sin acceso a electricidad, y se requeriría una inversión de aproximadamente 25.000 millones de dólares anuales (adicional al escenario BAPS) para lograr acceso universal a la energía eléctrica en 2030.

**GRÁFICO V.8**  
**COMBINACIÓN DE COMBUSTIBLES EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA SEGÚN**  
**DIFERENTES ESCENARIOS**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *World Energy Outlook, 2007, París, 2007*.

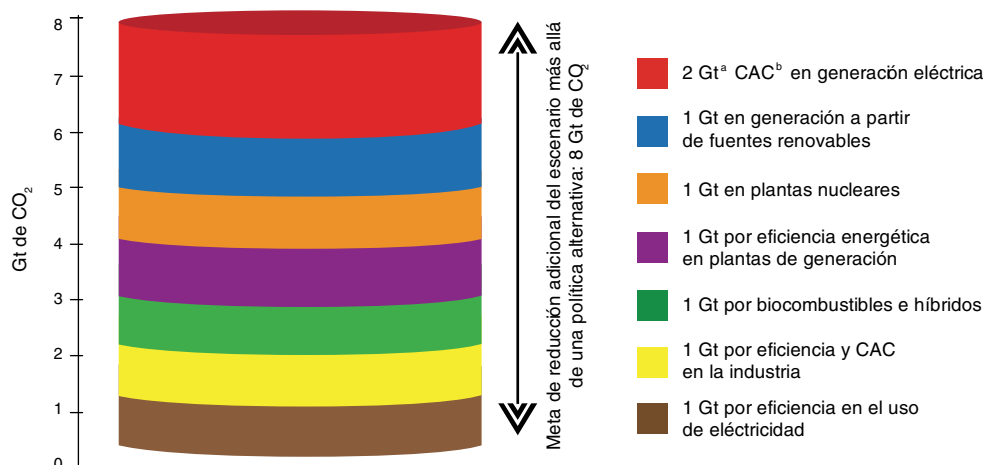
En las políticas y medidas en consideración<sup>6</sup>, lo que la AIE denomina el escenario de política alternativa, se busca desacoplar el crecimiento del consumo energético de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las políticas de eficiencia energética responderían por casi el 80% de las emisiones evitadas, en tanto que el resto sería resultado de aquellas en las que se promueve el cambio de combustible o de fuentes.

La mencionada contribución se desglosaría de la siguiente manera: por eficiencia de automóviles y camiones, 36%; por el uso más eficiente de la electricidad en un amplio rango de aplicaciones que comprenden iluminación, aire acondicionado, electrodomésticos y motores industriales, 30%; y por la mayor eficiencia en la producción de energía, 13%. Un 12% de las emisiones evitadas resultaría de las energías renovables y los biocombustibles, en tanto que el 10% restante, respondería al uso de energía nuclear.

Además de estas políticas anunciadas o en curso de aplicación, que la AIE denomina escenarios de referencia, esta agencia sugiere aprovechar siete áreas de oportunidad para llegar a 2030 con el mismo nivel de emisiones de 2005. En el gráfico V.9 se ilustran estas siete opciones con sus respectivos potenciales de reducción para el logro del objetivo.

<sup>6</sup> Hay enunciadas actualmente alrededor de 1.400.

**GRÁFICO V.9**  
**REDUCCIÓN DE ENERGÍA POR EMISIONES DE CO<sub>2</sub> SEGÚN EL ESCENARIO**  
**MÁS ALLÁ DE UNA POLÍTICA ALTERNATIVA COMPARADA CON EL**  
**ESCENARIO DE POLÍTICA ALTERNATIVA**  
*(En gigatoneladas de CO<sub>2</sub>)*



Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *World Energy Outlook, 2006*, París, 2006.

<sup>a</sup> Gt: gigatonelada.

<sup>b</sup> CAC: captación y almacenamiento de dióxido de carbono.

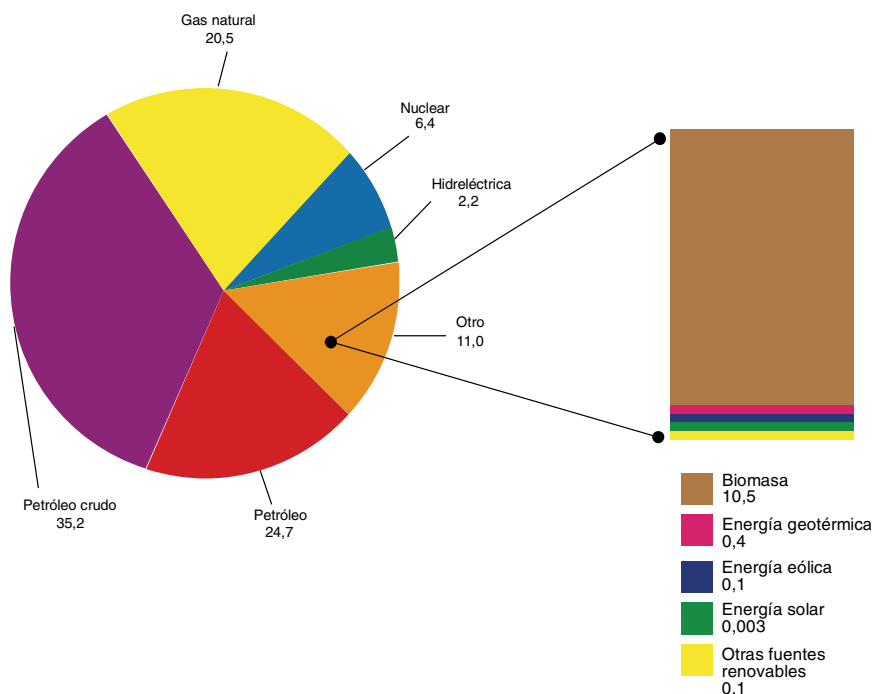
- **Aumento del ahorro en la demanda eléctrica.** La eficiencia promedio en el uso de electricidad podría aumentar un 50% respecto de la que se lograría con las políticas y medidas anunciadas hasta ahora. Dos tercios de este ahorro adicional provendrían principalmente de mayores niveles de eficiencia en el uso de electricidad en el sector residencial y comercial; el resto del ahorro se lograría principalmente en motores industriales.
- **Medidas en el sector industrial.** Las medidas sugeridas consisten en aumentar en un 7% la eficiencia en el uso de los combustibles fósiles por encima de lo logrado con las medidas anunciadas hasta la fecha. Esto evitaría la emisión de media gigatonelada de CO<sub>2</sub>, en tanto que el equipamiento de calderas y hornos industriales con tecnologías de captación y secuestro de carbono de pequeña escala, permitiría reducir otra media gigatonelada.
- **Vehículos más eficientes y limpios.** Se sugiere incrementar al 60% la participación de vehículos híbridos en la flota de vehículos livianos para 2030, en lugar del 18% que se lograría con las políticas y medidas actuales, y promocionar la incorporación de vehículos livianos híbridos con recarga en la red eléctrica y uso de biocombustibles en el transporte por carreteras.
- **Aumento de la eficiencia en generación.** Se recomienda retirar un 30% de plantas ineficientes de generación a carbón además de las medidas ya anunciadas y en curso, y reemplazarlas por otras con 48% de eficiencia media, como las celdas a hidrógeno, más eficientes que las consideradas en las políticas actuales, cuya eficiencia media es del 46%.
- **Aumento de centrales nucleares.** Se realizaría en sustitución de las centrales carboeléctricas, con un 27% más de eficiencia con respecto a lo previsto en las políticas y medidas anunciadas y en curso (un 58% más que en el escenario de referencia).

- **Aumento de la generación basada en energías renovables.** El escenario propone que la base de 32% de la generación de electricidad en 2030 esté constituida por fuentes renovables, es decir un 5% más de lo que se lograría con las políticas y medidas anunciadas y en curso (o un 10% más que en el escenario de referencia).
- **Introducción de captación y secuestro de carbono en la generación eléctrica.** El escenario considera que alrededor del 70% de las nuevas instalaciones de generación a carbón y el 35% de las de gas natural debieran estar equipadas con esta tecnología.

No existe una única política suficiente que abarque la diversidad de aspectos a ser tomados en cuenta en el desarrollo y despliegue de las nuevas tecnologías y los reemplazos tecnológicos requeridos. Asimismo será preciso superar considerables dificultades, tales como la inercia política, la oposición de algunos actores, la falta de información y comprensión de la efectividad de las oportunidades que se abren y sus repercusiones positivas en el desarrollo económico.

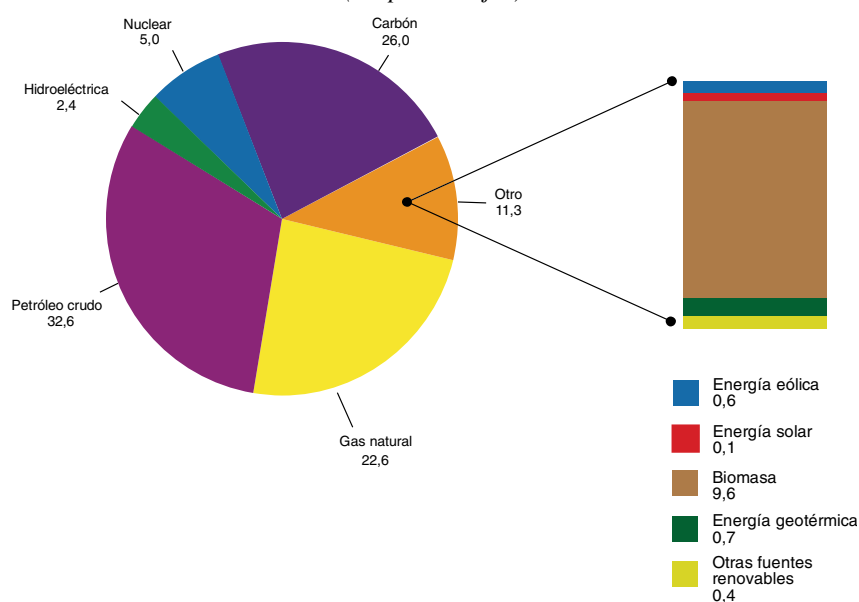
En los gráficos V.10, V.11 y V.12 se ilustran los cambios necesarios en la matriz de energía primaria a nivel global desde la actualidad hasta 2030.

**GRÁFICO V.10**  
**MATRIZ DE ENERGÍA PRIMARIA A NIVEL GLOBAL, 2004**  
(En porcentajes)



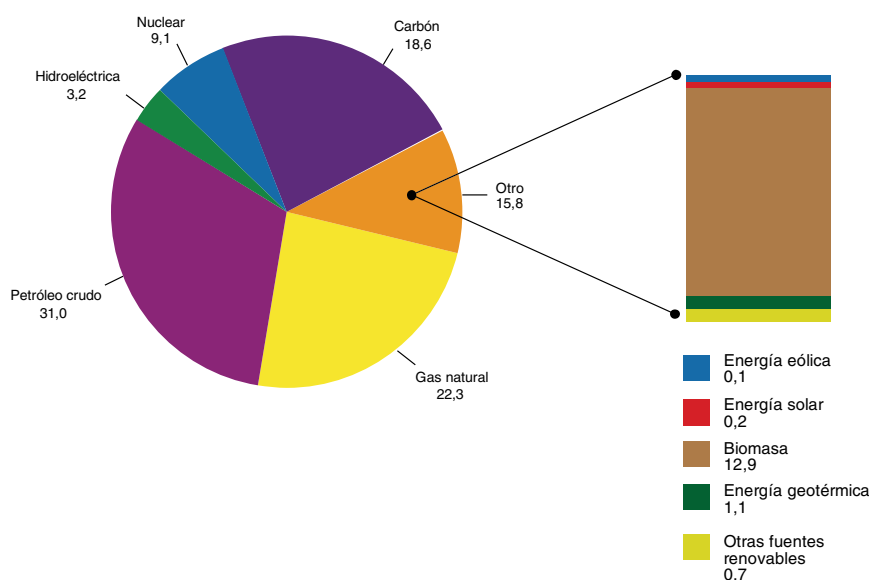
Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *World Energy Outlook, 2006*, París, 2006.

**GRÁFICO V.11**  
**MATRIZ DE ENERGÍA PRIMARIA A NIVEL GLOBAL SEGÚN EL ESCENARIO**  
**DE REFERENCIA, 2030**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *World Energy Outlook, 2006*, París, 2006.

**GRÁFICO V.12**  
**MATRIZ DE ENERGÍA PRIMARIA A NIVEL GLOBAL SEGÚN EL ESCENARIO**  
**DE MITIGACIÓN, 2030**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AIE/OCDE), *World Energy Outlook, 2006*, París, 2006.

A continuación se analizarán algunas repercusiones posibles de la aplicación de estos escenarios en la región.

## 1. Costo estimado de las medidas de eficiencia adicionales<sup>7</sup>

### a) Sector de la construcción

La realización de estas oportunidades en América Latina y el Caribe, como en el resto de las economías en desarrollo, requiere el establecimiento de estrictos niveles de eficiencia de los equipos, aproximándolos a los que actualmente se emplean en los países de la OCDE.

De acuerdo con el escenario de la AIE, con este tipo de medidas es posible alcanzar, a nivel mundial, una reducción de 554 megatoneladas de CO<sub>2</sub>; reducción en la cual la región de América Latina y el Caribe contribuiría con un 4%. Comparando esas 22 megatoneladas con los tonelajes que corresponderían a la región en ese año, según el escenario de referencia, significarían una reducción cercana al 10%.

La Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2007a) estima que el costo sería de alrededor de 50.800 millones de dólares adicionales al valor estimado en el escenario de referencia (11.191 millones de dólares) para el sector de la construcción. Los valores de la inversión adicional en la región se muestran en el cuadro V.1.

**CUADRO V.1**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INVERSIÓN ADICIONAL NECESARIA EN**  
**EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN, 2030**  
*(En millones de dólares)*

	América Latina y el Caribe	Brasil	México	Resto de América Latina y el Caribe
Inversión adicional	2 000	400	900	700

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, octubre de 2007.

### b) Sector industrial

Corresponde al sector industrial, con excepción de la refinación de petróleo, un consumo de alrededor del 27% de la energía del mundo, del 19% de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía y del 7% de las emisiones de gases de efecto invernadero que no son CO<sub>2</sub> (EPA, 2006).

El escenario de mitigación plantea que el mayor aporte a la reducción del uso de combustible en este sector ocurre en los países en desarrollo como resultado de cambios tecnológicos asociados al cambio de combustible, mejoras en los procesos de calentamiento y eficiencia de las calderas; a todo lo cual en los países OCDE se agrega el uso de motores de mayor eficiencia. Globalmente, los mayores ahorros provienen de mejoras en la eficiencia de los procesos de producción de hierro, de acero, de la industria química y de la industria de minerales no metálicos.

Sumado a lo anterior, la instalación de equipos de captación y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (tecnologías CAC) de pequeña escala en calderas y hornos industriales permitiría ahorrar otra media gigatonelada de emisiones, lo que requeriría un marco normativo o subsidios para la instalación. Esto ocurriría principalmente en países de la OCDE, la India y China, en tanto que la introducción de esta tecnología en América Latina y el Caribe comenzaría más tarde.

<sup>7</sup> Elaborado sobre la base de Acquattella (2008), sección 4.4.

La realización del potencial de reducciones del sector industrial requiere políticas dinámicas tendientes a aumentar la eficiencia energética, que deberían comprender estándares obligatorios de eficiencia energética, un marco normativo de las emisiones, política de precios e instrumentos afines a efectos de lograr una reducción de costos de capital en equipos más eficientes, instalación de sistemas de transacción de emisiones para fuentes industriales y, en países no comprendidos en el anexo I, el uso intensivo del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL). Además, harían falta normas reglamentarias, incentivos o ambos, conducentes a la adopción de tecnologías de captación y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (CAC).

La reducción de CO<sub>2</sub> que se lograría con estas medidas, en la región para 2030 —en comparación con la del escenario de referencia— podría alcanzar a 298 megatoneladas. Ello equivale a reducir alrededor del 24%, que a su vez representa un 7,5% de las 3.974 megatoneladas que podrían reducirse a nivel mundial en el sector industrial en ese año, según el escenario de la AIE.

La inversión adicional del sector según el escenario de mitigación se estima en alrededor del 1,5% superior a la necesaria según el escenario de referencia (CMNUCC, 2007a). Los valores de la inversión adicional de la región se muestran en el cuadro V.2.

**CUADRO V.2**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INVERSIÓN ADICIONAL NECESARIA EN**  
**EL SECTOR INDUSTRIAL, 2030**  
*(En millones de dólares)*

	América Latina y el Caribe	Brasil	México	Resto de América Latina y el Caribe
Inversión adicional	1 851	614	649	588

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, octubre de 2007.

El sector industrial en América Latina y el Caribe demandaría 1.851 millones de dólares en 2030, necesiándose 295 millones destinados a tecnología de captación y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, que se aplicarían principalmente en el Brasil (más del 67%), seguido por México (con alrededor de un 5,5%).

### c) Sector del transporte

El sector transporte representa alrededor del 25% del consumo de energía final a nivel mundial, el 58% del consumo mundial de petróleo, el 14% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y el 20% de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Como se ha dicho, el escenario de mitigación de la AIE se construye a partir de un incremento sustantivo de la participación de las tecnologías híbridas en el parque automotor global. La meta de alcanzar un 60% de penetración en 2030 permitiría ahorrar 2 de las 8,7 Gt de CO<sub>2</sub>, estimadas para el sector en el escenario de referencia.

En el cuadro V.3 se muestran las cifras de inversión adicional necesaria estimada para la región en el sector según el escenario de mitigación, a partir de los cálculos de la Secretaría de la CMNUCC (2007a).



**CUADRO V.3**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INVERSIÓN ADICIONAL NECESARIA EN**  
**EL SECTOR TRANSPORTE, 2030**  
*(En millones de dólares)*

	América Latina y el Caribe	Brasil	México	Resto de América Latina y el Caribe
Inversión adicional	9 000	4 200	2 400	2 400

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, octubre de 2007.

La inversión mundial hacia 2030 se estima en alrededor de 87.900 millones de dólares, de los cuales 78.700 millones estarían destinados a vehículos híbridos y motores más eficientes, y 9.200 millones a biocombustibles. Aunque la inversión adicional en América Latina y el Caribe representa solo el 10% del total mundial, sería la región con mayor inversión adicional en el sector de biocombustibles en 2030, con 2.000 millones de dólares —o sea casi un 22% del total de la inversión adicional mundial en el sector— la cual se concentraría en el Brasil.

## 2. Tecnología de captación y almacenamiento de CO<sub>2</sub> en la generación eléctrica

La introducción de tecnologías de captación y almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el sector eléctrico en todo el mundo permitiría disminuir en 2 gigatoneladas las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2030, objetivo que se alcanzaría equipando con esta tecnología al 70% de la nueva capacidad instalada a carbón, y al 35% de la nueva capacidad instalada a gas.

A fin de que ello sea posible, se necesita promover la maduración acelerada de esta tecnología, con inversión en investigación y desarrollo por parte de los países industrializados, otorgamiento de incentivos a proyectos de demostración a gran escala, garantías de financiamiento, cooperación internacional destinada a la instalación de la referida tecnología en los países en desarrollo, estándares de emisión en nuevas plantas y alguna señal de precio para las emisiones de CO<sub>2</sub>, por la vía de impuestos, o sistemas de permisos de emisión que puedan ser objeto de transacciones.

## 3. Nucleoeléctricas

A nivel mundial, el escenario de mitigación exigiría expandir la capacidad de generación nuclear en 245 gigavatios adicionales a lo previsto en el escenario de referencia (58,6%), en sustitución de centrales termoeléctricas a carbón. A tal fin, será preciso reducir el costo del capital necesario para la construcción de instalaciones y minimizar los riesgos de la eliminación de residuos para mejorar la aceptación pública.

En el escenario de mitigación se prevé que los países que no pertenecen al anexo I cuadrupliquen su inversión en fuentes nucleares, pasando de 3.000 a 14.000 millones de dólares, en tanto que los países del anexo I deberán incrementar su inversión de 12.000 a 26.000 millones para 2030.

Por otra parte, el escenario alternativo prevé en América Latina y el Caribe una expansión de la generación nuclear equivalente a 4 a 12 millones de toneladas de petróleo de 2005 a 2030. Ello representaría un aumento del 3% al 5% de la generación total en 2030, o sea una tasa media de crecimiento anual del 4,0% en ese período, previsión superior al promedio mundial de 1,6% de la generación eléctrica con energía nuclear en el mismo período.

## 4. Fuentes renovables en la generación de electricidad

A nivel mundial existe potencial para ahorrar 1 gigatonelada adicional de emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la ampliación de la capacidad instalada de generación hidroeléctrica y con otras fuentes renovables. Esta inversión elevaría la participación de fuentes renovables en el total de generación de energía a un 32% en comparación con el 22% previsto en el escenario de referencia.

Para que ello ocurra sería necesario adoptar, entre otras medidas, políticas de promoción como “aranceles aduaneros”, requisitos mínimos de generación de fuentes renovables, medidas para reducir el costo de capital y normas tecnológicas para acelerar la reducción de costos de estas tecnologías.

## 5. Más inversiones para suministrar energía según el escenario de mitigación

En el cuadro V.4 se analizan las estimaciones de inversión anual necesaria en infraestructura energética a 2030 según el escenario de referencia, en comparación con un escenario de mitigación cuyas características de suministro energético se han analizado en esta sección.

**CUADRO V.4**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INVERSIÓN NECESARIA PARA**  
**SUMINISTRO DE ENERGÍA, 2030**  
(En miles de millones de dólares)

	América Latina y el Caribe			Brasil			México			Resto de América Latina y el Caribe		
	R <sup>a</sup>	M <sup>b</sup>	Inversión adicional (En porcentajes)	R <sup>a</sup>	M <sup>b</sup>	Inversión adicional (En porcentajes)	R <sup>a</sup>	M <sup>b</sup>	Inversión adicional (En porcentajes)	R <sup>a</sup>	M <sup>b</sup>	Inversión adicional (En porcentajes)
Transmisión y distribución	23,4	14,8	-36,8	4,6	1,9	-58,7	6,1	4,5	-26,2	12,7	8,4	-33,9
Generación	15,6	16,2	3,8	4,4	3,4	-22,7	2,6	3,5	34,6	8,6	9,3	8,1
Suministro de carbón, petróleo y gas	25,1	17,3	-31,1	7,1	4,5	-36,6				18,0	12,8	-28,9
Total	64,1	48,3	-24,6	16,1	9,8	-39,1	8,7	8	-8,0	39,3	30,5	-22,4

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, octubre de 2007.

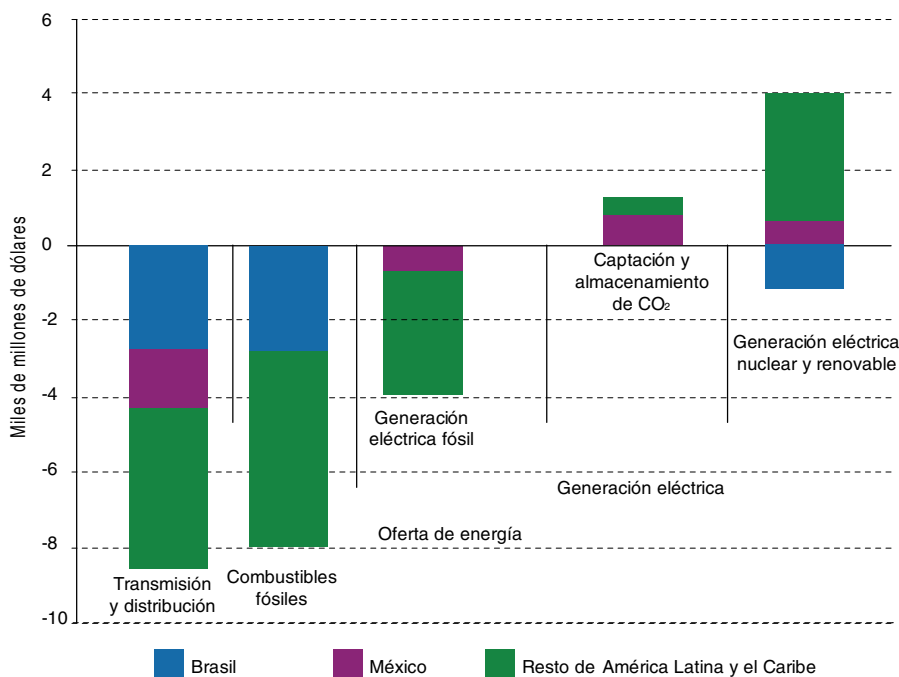
<sup>a</sup> Conforme al escenario de referencia de la Agencia Internacional de Energía.

<sup>b</sup> Conforme al escenario de mitigación de la Agencia Internacional de Energía.

Según estas estimaciones, en 2030, la inversión adicional requerida en infraestructura para generar e importar combustible fósil y cubrir el crecimiento de la demanda de energía en la región se vería reducida en alrededor de un 24%. Ello significa que, como resultado de la mayor eficiencia, hacia 2030 se podría ahorrar en inversión neta unos 7.800 millones de dólares anuales debido a la menor importación de hidrocarburos, y alrededor de 8.600 millones anuales en infraestructura de transmisión y distribución.

Este comportamiento de la inversión adicional esperada dentro de la región se muestra también en el gráfico V.13, donde se aprecia que, dentro de este potencial ahorro global, el Brasil presenta un comportamiento diferenciado, puesto que en el modelo se estima que también puede ahorrar inversiones en generación de energía renovable y nuclear con respecto al escenario de referencia. En México y el resto de América Latina se prevé que exista inversión adicional neta para ampliar la capacidad en estos rubros.

**GRÁFICO V.13**  
**INVERSIÓN ANUAL ADICIONAL SEGÚN EL ESCENARIO DE**  
**MITIGACIÓN Y DE REFERENCIA, 2030**  
*(En miles de millones de dólares)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, octubre de 2007.

## 6. Inversión total adicional según el escenario de mitigación

Como cierre de esta sección, en el cuadro V.5 se compara la inversión adicional en suministro energético y por sectores de América Latina y el Caribe con la de otras regiones del mundo, tomando como base de estabilización las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en torno al límite inferior del rango 450-500 partículas por millón, y como meta que las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2030 no superen los niveles de 2005.

**CUADRO V.5**  
**INVERSIÓN NECESARIA PARA APLICAR EL ESCENARIO DE MITIGACIÓN, 2030**  
*(En miles de millones de dólares)*

	Suministro	Industria	Transporte	Construcción	Total
OCDE	-17,9	13,4	44,6	33,3	73,4
Economías en transición	-9,1	2,2	5,3	2,5	0,9
Asia	-9,0	16,3	20,5	9,0	36,8
América Latina y el Caribe	-15,9	1,9	9,0	2,0	-3,0
África	-6,7	0,9	3,9	2,8	0,9
Oriente Medio	-7,7	1,0	4,3	1,3	-1,1
Total mundial	-66,3	35,7	87,9	50,8	108,1

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, octubre de 2007.

De acuerdo con estas estimaciones, la región —a diferencia del resto del mundo, salvo los países de Oriente Medio— lograría un ahorro de recursos al aplicar medidas que permitan la realización del escenario de mitigación propuesto por la AIE. Esta particular situación se explica, entre otras consideraciones, por lo siguiente:

La función que puede corresponder a América Latina y el Caribe en cada una de las áreas del escenario de mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub> es muy diferente a la de los países de la OCDE —incluso a la de países en desarrollo de Asia— por las características del sector energético de la región. Como se analizó anteriormente, la participación de la región es secundaria en la matriz energética global (aproximadamente 4%) y por tanto no juega el papel crucial de otros actores —como los Estados Unidos, Europa, China y la India— en el esfuerzo de reducción global de emisiones del sector energético.

Se trata además de una región importadora de tecnología energética —a excepción de la tecnología de bioetanol del Brasil— lo que la posiciona para absorber nuevas tecnologías de generación o soluciones tecnológicas a sus emisiones de gases de efecto invernadero, como las tecnologías de captación y almacenamiento de dióxido de carbono, previstas en el escenario.

De la misma manera, se prevé que la penetración y la difusión de tecnologías de transporte de emisiones bajas o nulas (vehículos híbridos, celdas de combustible y otras) ocurrirán primero en los países con mayor ingreso per cápita que en la región latinoamericana y caribeña.

De este modo, las oportunidades en América Latina y el Caribe de contribuir en el escenario de mitigación se concentran en mejorar la eficiencia en el uso de energía en todos los sectores (generación eléctrica, transporte, industria, construcción y otros sectores); oportunidades que ya han sido individualizadas en los programas de política energética de los países de la región desde tiempo atrás.

A fin de captar estos beneficios por eficiencia, se requiere una fuerte voluntad política y capacidad efectiva de los gobiernos de ponerlos en práctica; pero, además, como se vio anteriormente, se necesitará una inversión adicional en los sectores de construcción, industria y transporte del orden de los 5.200 millones de dólares en el Brasil, 3.950 millones en México y 3.690 millones en el resto de los países de América Latina y el Caribe, siempre con relación al escenario de referencia.

Estas ganancias de eficiencia permitirían manejar el crecimiento de la demanda de energía esperada para 2030 y ahorrar en inversión destinada a la expansión de la oferta energética (infraestructura de transmisión y distribución, importación de hidrocarburos evitada y generación eléctrica con combustibles fósiles evitada) del orden de los 6.300 millones de dólares en el Brasil, 700 millones en México y 8.800 millones en el resto de los países de la región.

En términos netos se estima que el ahorro de inversión en expansión de la oferta energética sería mayor que la inversión adicional necesaria para percibir ganancias por eficiencia en la generación.

Es oportuno recordar que los modelos son importantes cuando se procura comprender las repercusiones y evaluar los costos de diferentes estrategias tendientes a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y en general, para explorar políticas alternativas y generar ideas de cómo podría responder la economía a diferentes disposiciones normativas, pero no predicen eventos futuros ni pueden producir proyecciones precisas de las consecuencias de políticas específicas. Por lo tanto, los resultados que se han expuesto se deben manejar teniendo en cuenta esta precisión.

## E. Resumen

- La oferta y el consumo de combustibles fósiles van en aumento en América Latina y el Caribe en términos absolutos y relativos. Se prevé que en el futuro esta tendencia empeore a costa de la participación de las energías renovables en la matriz energética. Según los escenarios de la Agencia Internacional de Energía, existen en la región importantes posibilidades de mejorar la eficiencia energética con beneficios económicos para casi toda la región, destacándose el potencial de mitigación en el sector industrial, con inversiones relativamente menores.
- Junto con el cambio en los precios de combustibles y tecnologías, se espera que aumente la afluencia de inversiones y los recursos financieros dirigidos a las áreas de energías limpias y a la eficiencia energética. Ejemplo de ello son los nuevos mecanismos financieros y los fondos de inversión de la banca multilateral y regional recientemente establecidos, como el Marco de inversiones para la energía limpia y los fondos de inversión en el clima del Banco Mundial, la Iniciativa sobre el Cambio Climático y la Energía Sustentable (SECCI) del Banco Interamericano de Desarrollo y la Alianza de Asia y el Pacífico en pro del desarrollo limpio y el clima, impulsada por los Estados Unidos.
- En el modelo de la Agencia Internacional de Energía se muestra que en el modelo de mitigación, la inversión adicional sería inferior al ahorro en importaciones e infraestructura previsto en el escenario de referencia; o sea que habría una ganancia neta si se realiza el esfuerzo adicional.
- Sobre la base de estos resultados, la región se vería beneficiada tanto económicamente como desde el punto de vista ambiental, al promoverse la mayor eficiencia en el uso y en la producción de energía y la diversificación de su matriz energética.

## VI. Emisiones de gases de efecto invernadero y medidas de mitigación <sup>1</sup>

En este capítulo se presenta el estado de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la región y sus principales fuentes, y se resumen las normativas y herramientas de mitigación que se aplican en algunos países de América Latina y el Caribe<sup>2</sup>. Por otra parte, se analiza la participación de la región en el mercado de carbono y lo que se podría esperar de él.

### A. Emisiones totales de gases de efecto invernadero

Las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero fueron de 43,5 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO<sub>2</sub>e) en 2000 (incluido el cambio de uso de suelo), de las cuales correspondieron a América Latina y el Caribe 5,1 GtCO<sub>2</sub>e, es decir el 11,8%<sup>3</sup>. En 1990, la región representaba el 13,4% de esas emisiones, con 5,5 GtCO<sub>2</sub>e, pero la estimación del Grupo de Trabajo I del IPCC de 2004 las sitúa en un 10,3% del total mundial. Como se muestra en el gráfico VI.1, el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero de América Latina y el Caribe es relativamente bajo y se produjo una disminución absoluta. Pese a que las emisiones no relacionadas con el cambio de uso del suelo aumentaron en el período 1990-2000, el resultado neto es una disminución de las emisiones por cambio de uso del suelo en el período.

Los principales países emisores de gases de efecto invernadero de la región son el Brasil, México, la República Bolivariana de Venezuela, la Argentina y Colombia, con más del 70% del total regional (véanse los gráficos VI.2 y VI.3).

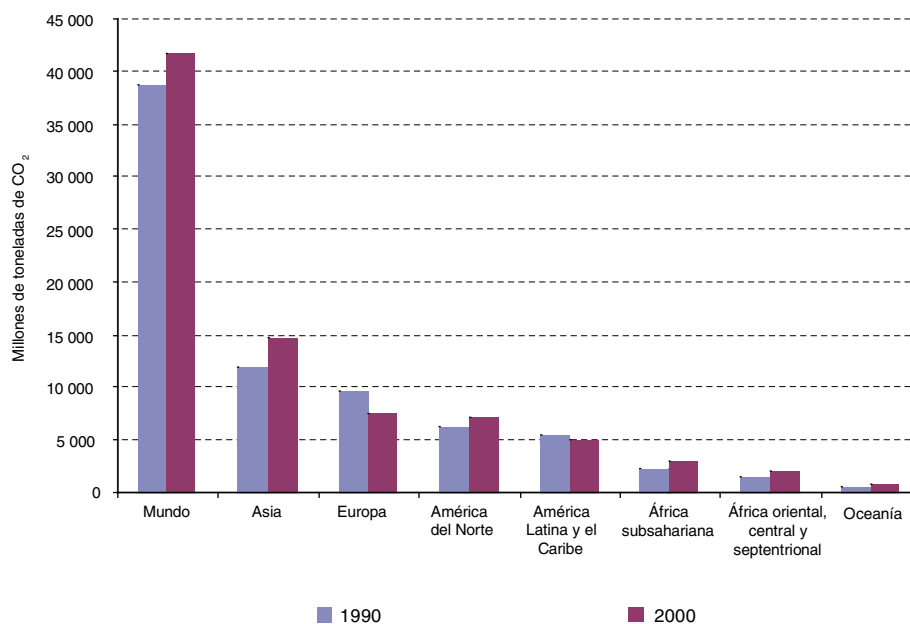
---

<sup>1</sup> Los gases efecto invernadero considerados por el Protocolo de Kyoto son los siguientes: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), perfluorocarbonos (PFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

<sup>2</sup> El principal documento de referencia utilizado fue el cuarto informe del IPCC, Grupo de Trabajo III, que analiza las opciones de mitigación de emisiones gases de efecto invernadero a nivel global.

<sup>3</sup> Cifra obtenida a partir de WRI (2008).

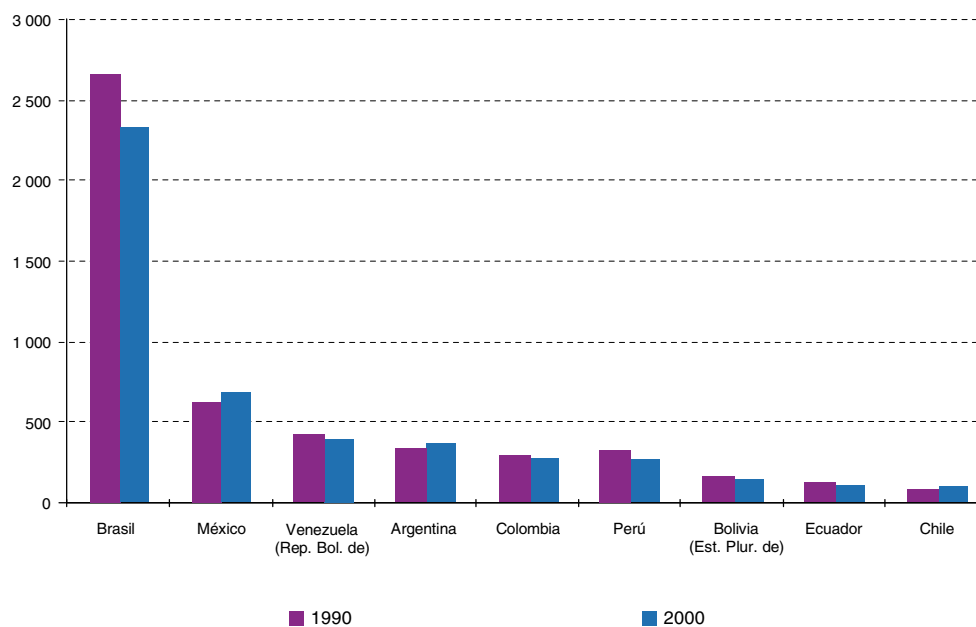
**GRÁFICO VI.1**  
**DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO<sup>a</sup>**  
*(En millones de toneladas de CO<sub>2</sub>)*



Fuente: Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 5.0", Washington, D.C., 2008.

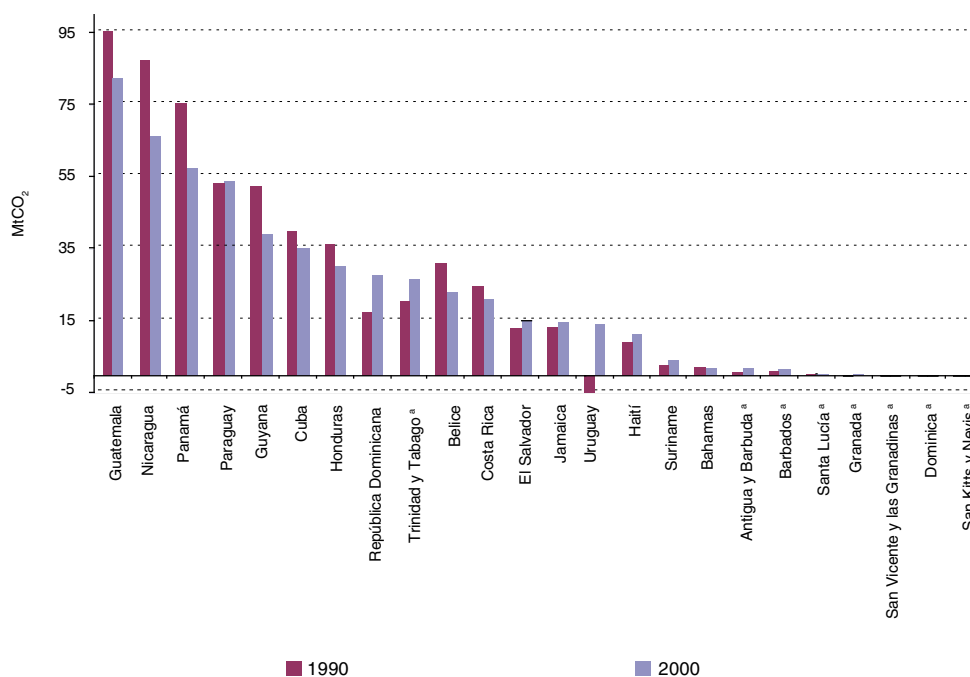
<sup>a</sup> Incluye emisiones por cambio de uso del suelo.

**GRÁFICO VI.2**  
**AMÉRICA LATINA: PRINCIPALES EMISORES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, 1990-2000**  
*(En millones de toneladas de CO<sub>2</sub>)*



Fuente: Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 5.0", Washington, D.C., 2008.

**GRÁFICO VI.3**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PAÍSES EMISORES DE GASES DE EFECTO**  
**INVERNADERO, 1990-2000<sup>a</sup>**  
*(En millones de toneladas de CO<sub>2</sub>)*



Fuente: Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 5.0", Washington, D.C., 2008.

<sup>a</sup> No incluye la Argentina, el Brasil, Chile, Colombia, el Ecuador, el Estado Plurinacional de Bolivia, México, el Perú ni la República Bolivariana de Venezuela.

<sup>b</sup> La fuente no indica datos sobre cambios de uso del suelo en estos países.

**Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita.** En 2000, según el Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), las emisiones totales de gases de efecto invernadero en América Latina y el Caribe fueron 9,9 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e) per cápita y en 1990 12,6 tCO<sub>2</sub>e. El promedio mundial fue de 7,2 tCO<sub>2</sub>e en 2000. En la región, las emisiones sin cambio de uso del suelo en 2000 fueron 5,4 tCO<sub>2</sub>e y en 1990, 4,9 tCO<sub>2</sub>e. El promedio mundial de dichas emisiones fue de 5,9 tCO<sub>2</sub>e en 2000. Las emisiones provenientes del cambio de uso del suelo han mostrado una disminución frente a un aumento constante de las emisiones del sector energético.

**Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita<sup>4</sup>.** La División de Estadística de las Naciones Unidas informó en 2004 emisiones de 3,1 tCO<sub>2</sub> por persona en América Latina y el Caribe, en comparación con las 2,4 toneladas per cápita registradas en 1990<sup>5</sup>, lo cual resulta inferior al promedio per cápita de los países del anexo I, de 9,5 toneladas en 2004, y al promedio mundial de ese año, de 5,4 tCO<sub>2</sub> (Naciones Unidas, 2008) (véase el gráfico VI.4).

<sup>4</sup> El indicador considerado en el séptimo Objetivo de Desarrollo del Milenio —garantizar la sostenibilidad del medio ambiente— es emisiones de dióxido de carbono (total, per cápita y por cada dólar PPA del PIB).

<sup>5</sup> En algunos países con mayores emisiones se aprecia una disminución, como la República Bolivariana de Venezuela y la Argentina.



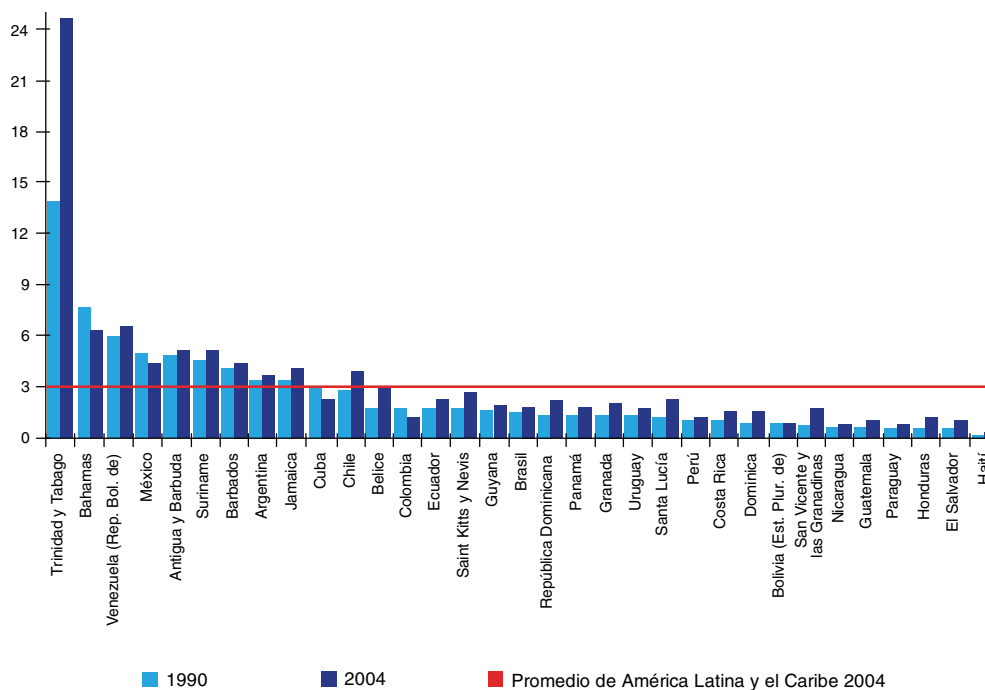
**CUADRO VI.1**  
**EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, 1990-2000**

Emisiones anuales de gases de efecto invernadero <sup>a</sup>		1990		2000	
		Mundo	América Latina y el Caribe	Mundo	América Latina y el Caribe
Emisiones sin cambio de uso de suelo	Total de MtCO <sub>2</sub> e <sup>a</sup>	33 295,60	2 152,10	35 865,20	2 766,90
	Porcentaje del total mundial	100,00%	6,46%	100,00%	7,71%
	TCO <sub>2</sub> e per cápita	6,3	4,9	5,9	5,4
Emisiones con cambio de uso de suelo	Total de MtCO <sub>2</sub> e	41 213,70	5 511,70	43 483,90	5 124,10
	Porcentaje del total mundial	100,00%	13,37%	100,00%	11,78%
	TCO <sub>2</sub> e per cápita	7,8	12,6	7,2	9,9

Fuente: Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 5.0", Washington, D.C., 2008.

<sup>a</sup> Las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero se miden en tCO<sub>2</sub>e, es decir, toneladas de equivalente de dióxido de carbono, y en MtCO<sub>2</sub>e, es decir, millones de la misma medida.

**GRÁFICO VI.4**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EMISIONES DE CO<sub>2</sub> PER CÁPITA, 1990 Y 2004**  
(En toneladas de CO<sub>2</sub>)

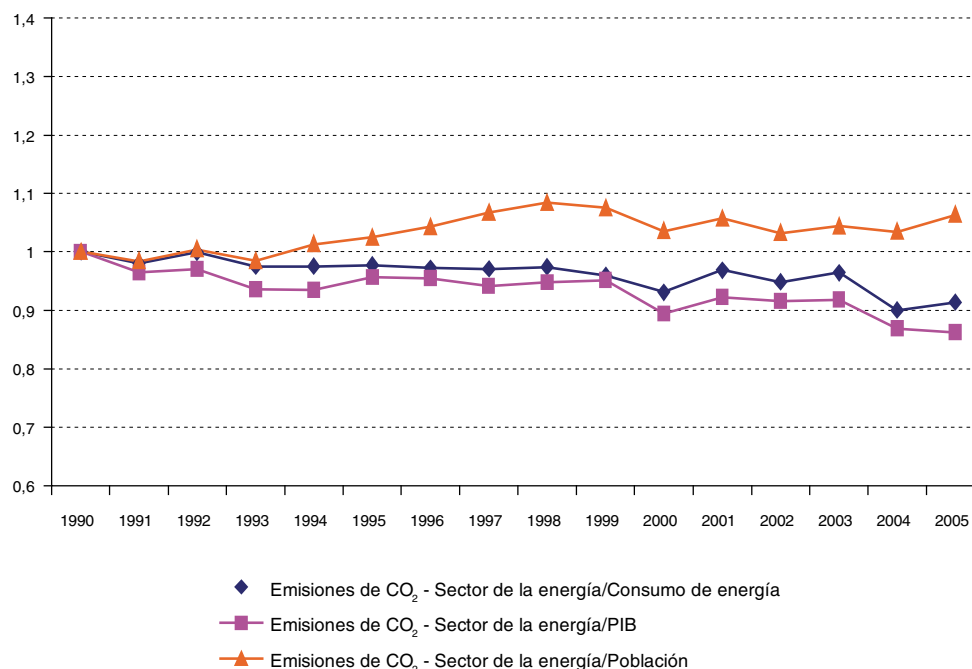


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Naciones Unidas, "Indicadores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio" [base de datos en línea] <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Search.aspx?q=emissions>.

En términos de intensidades de las emisiones de CO<sub>2</sub>, en el gráfico VI.5 se muestra que en América Latina y el Caribe ha habido una disminución de las emisiones por unidad de energía consumida, por lo menos hasta 2004, cuando este indicador mostró un ligero incremento, lo que indica la existencia de un aumento de la tecnología energética de la región. Por otra parte, las emisiones de

CO<sub>2</sub> per cápita muestran un proceso de estabilización a partir de 2000, con un incremento en 2004, lo que podría ser consecuencia de un alza de las emisiones por unidad de energía. Es importante mencionar que el crecimiento de emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de riqueza ha sido mayor que la reducción de la intensidad carbónica de la energía. Estos indicadores se mueven en la dirección correcta, aunque muy lentamente.

**GRÁFICO VI.5**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INTENSIDADES RELATIVAS DE**  
**LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>**  
*(Índice 1990=1)*

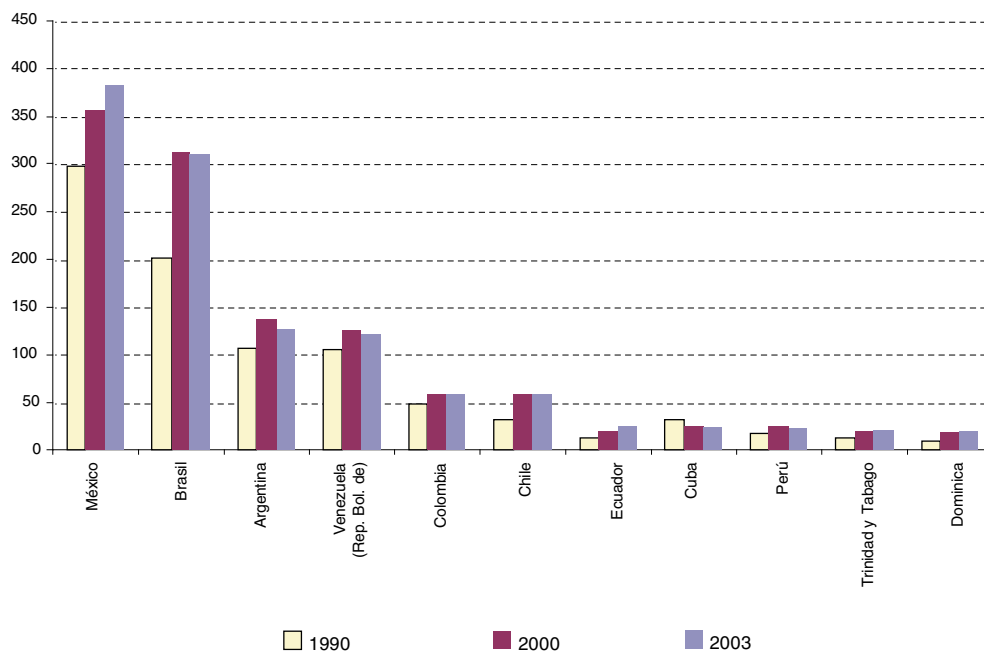


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Base de datos e indicadores económicos (BADECON) de CEPALSTAT para el PIB de 2000 a precios constantes; del Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)-División de Población de la CEPAL para los datos de población, y de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) para los datos de consumo de energía.

Las cifras de 2004 del Instituto de los Recursos Mundiales (WRI) excluyen el cambio en el uso del suelo y alcanzaron 1.400 tCO<sub>2</sub>, es decir, un 40% superiores a las 984 tCO<sub>2</sub> de 1990<sup>6</sup> (véase el gráfico VI.6). De acuerdo con la misma fuente, el promedio mundial sin cambio de uso del suelo fue 4,3 tCO<sub>2</sub> per cápita en 2004.

<sup>6</sup> Calculado a partir de datos de WRI (2008).

**GRÁFICO VI.6**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PRINCIPALES EMISORES DE CO<sub>2</sub>,**  
**SIN CAMBIO DE USO DEL SUELO**  
*(En millones de toneladas de CO<sub>2</sub>)*



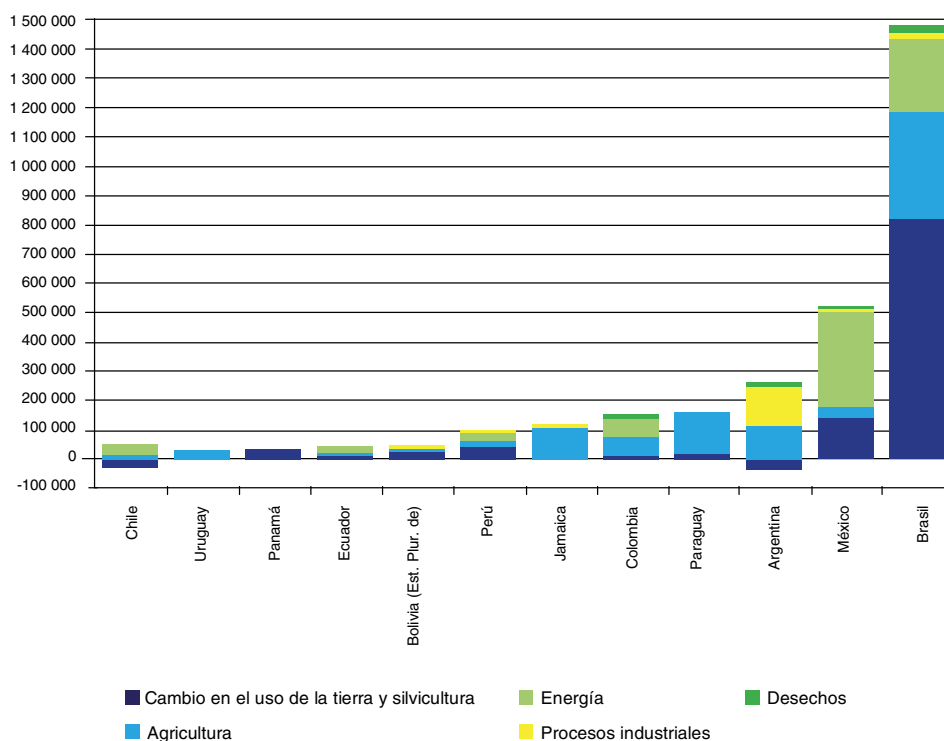
Fuente: Instituto de los Recursos Mundiales (WRI), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 5.0", Washington, D.C., 2008.

## B. Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero

Como se muestra en el gráfico VI.7, las emisiones de GEI en América Latina y el Caribe informadas en las primeras comunicaciones a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) provienen principalmente de los tres sectores siguientes: la agricultura, con un 32% de emisiones por actividades ganaderas y forestales; las emisiones por uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (USCUTS), con un 31%, principalmente por la expansión de la frontera agrícola, y el sector energético, con un 31% de las emisiones, generadas sobre todo por el transporte. En porcentajes mucho menores contribuyen los desechos, con un 2,9%, y la industria, con un 2,3% (CMNUCC, 2005).

Dentro de la agricultura están incluidas las emisiones de metano de fermentación entérica, significativas en los países con actividades pecuarias importantes, como la Argentina y el Brasil, y en menor cantidad, en Colombia, México y la República Bolivariana de Venezuela. Las emisiones fugitivas derivadas de las actividades petroleras son importantes en países como México, la República Bolivariana de Venezuela y Trinidad y Tabago.

**GRÁFICO VI.7**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (PAÍSES SELECCIONADOS): MAYORES EMISIONES DE**  
**GEI POR FUENTE SEGÚN LAS PRIMERAS COMUNICACIONES NACIONALES**  
*(En gigatoneladas de CO<sub>2</sub>e)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *Sexta compilación y síntesis de las comunicaciones nacionales iniciales de las partes no incluidas en el Anexo I de la Convención* (UNFCCC/SBI/2005/18/Add.5), octubre de 2005.

## C. Mitigación

Sin compromisos de reducción obligatorios, la mitigación en la región responde a mejoras en la eficiencia de procesos productivos, la absorción de mejores tecnologías, la venta de reducción de emisiones, la reducción de externalidades ambientales locales o la prevención de futuras restricciones de emisión o el comercio. Algunos países han logrado, a partir de estudios nacionales, identificar las curvas de costos marginales de las opciones de mitigación, que muestran desde las que reportarían ganancia económica hasta las de mayor costo por unidad reducida<sup>7</sup>. Entre las primeras se encuentra la reorganización del transporte público y las medidas de eficiencia energética (véase el recuadro VI.1).

<sup>7</sup> Véanse las curvas de la Argentina, el Brasil, Colombia, Chile y el Perú en la página del Seminario de alto nivel sobre cambio climático en América Latina: impacto, posibilidades de mitigación y financiamiento realizado en la sede de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), los días 15 y 16 de octubre de 2008 [en línea] <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/dmaah/noticias/noticias/6/34276/P34276.xml&xsl=/dmaah/tpl/p1f.xsl&base=/dmaah/tpl/top-bottom.xsl>, donde se presentaron estos estudios financiados por Endesa.

### RECUADRO VI.1 EJEMPLOS DE POTENCIALES OPCIONES DE MITIGACIÓN EN LA REGIÓN

#### Argentina

La Fundación Bariloche elaboró en 2008 un estudio para la Argentina en que se indicó que en varios casos habría costos negativos de mitigación y se concluyó que era necesaria la implementación de políticas públicas específicas orientadas a superar las barreras que presentan esas medidas. Las opciones más atractivas para la Argentina en cuanto a costos se encontrarían, sobre todo, en el sector energético y en el de tratamiento de residuos.

#### Colombia

En este caso el estudio, que estuvo a cargo de la Universidad de los Andes y que se elaboró en 2008, se evaluaron cinco opciones de mitigación y su potencial de reducción en 20 años de implementación. Los resultados mostraron que, debido a su potencial de reducción de emisiones, la medida más significativa sería el cambio de calderas de carbón por calderas a gas natural en el sector industrial, reduciéndose la emisión hasta 73,3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e. En cuanto a las medidas en el sector del transporte, el estudio muestra que el aumento de la ocupación de pasajeros en los vehículos particulares representaría una reducción de emisiones de 62,4 millones de toneladas CO<sub>2</sub>e y que el uso de biocombustibles podría alcanzar reducciones de emisiones de alrededor de 38 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e. Otra medida de gran potencial podría ser el aumento de la eficiencia de las calderas en el sector industrial, que significaría una reducción de emisiones de 44,6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e.

En cuanto a los costos por tonelada reducida se indica que habría un importante ahorro en la reducción de la sobreoferta de autobuses y, por otro lado, un considerable costo para la reducción de los calentadores híbridos, cuyo valor por tonelada de CO<sub>2</sub> reducida es 67,58 dólares.

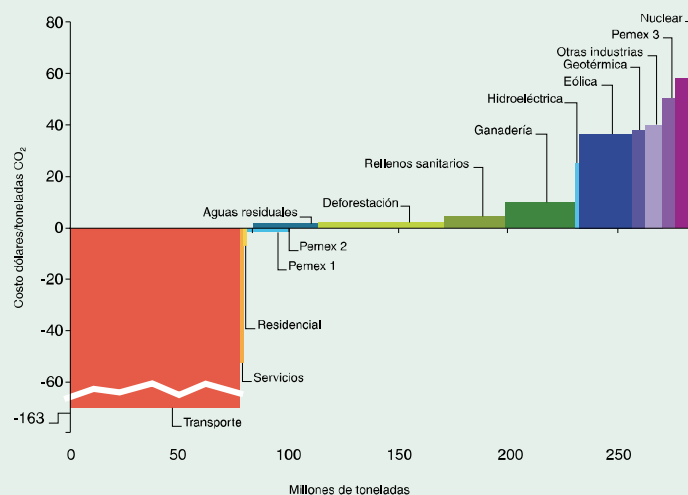
#### Brasil

Los resultados de los estudios para el caso del Brasil mostraron que la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero dependerá, en gran medida, de las políticas públicas que se adopten, sobre todo con respecto a la reducción de deforestación en el Amazonas. Además, se señala que la expansión del sector energético se vería incentivada por la construcción de fuentes energéticas renovables para desplazar a las plantas de quema de carbón.

#### México

En el recientemente publicado estudio de la Economía del cambio climático en México (Galindo, 2009) se mostró que la evaluación económica de los costos de mitigación es una tarea muy compleja y con un alto grado de incertidumbre, ya que su cálculo depende de factores como las estrategias instrumentadas acordadas a nivel internacional, incluidos los diferentes ritmos e intensidades, la disponibilidad de tecnología, los costos y formas de difusión, los cambios en la estructura productiva y su relación con el consumo de energía, las opciones de sustitución, las curvas de costos marginales y las elasticidades de la demanda y el precio de la tonelada de CO<sub>2</sub>. En el gráfico que se incluye en este recuadro se resumen los resultados obtenidos a partir de diversas estimaciones de curvas de costos de abatimiento.

Recuadro VI.1 (conclusión)

**Curva de costos marginales de reducción de emisiones en México hasta 2020**

Fuente: G. Quadri, "El cambio climático en México y el potencial de reducción de emisiones por sectores", *La economía del cambio climático en México*, L.M. Galindo (coord.), México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2009.

## 1. Suministro de energía

Tomando en cuenta los escenarios de este sector presentados en el capítulo anterior y las alternativas consideradas, la mitigación requiere aprovechar las oportunidades de eficiencia energética en el propio sector, crear señales de precios y propiciar el desarrollo de tecnologías alternativas. Entre las propuestas más interesantes en la región está la aplicación de un precio a las emisiones de CO<sub>2</sub> en la evaluación de las inversiones de infraestructura para la generación eléctrica, que ha sido puesta a consideración del poder legislativo en el Brasil<sup>8</sup>, así como la valoración de externalidades en la generación eléctrica llevada a cabo por el Gobierno de México con miras a la aplicación de instrumentos económicos. El sistema de pagos del sector eléctrico es un poderoso incentivo a la carbonización en la generación, al favorecer las fuentes más confiables y rentables, independientemente de su calidad ambiental. Este mecanismo debiera ser revisado o compensado para favorecer la diversificación y descarbonización de la matriz de generación eléctrica. Un experimento interesante es el sistema de intercambio de reducciones ensayado por Petróleos Mexicanos (PEMEX) en sus instalaciones en México, que ha sido formalizado en el Programa Especial de Cambio Climático (SEMARNAT, 2009).

## 2. Sector del transporte

Las economías de América Latina y el Caribe adoptaron el patrón de movilidad dominante, que ha ido desplazando el transporte ferroviario y de cabotaje marítimo en favor del transporte carretero, con mayores emisiones. La aviación muestra una tendencia creciente, como en el resto del mundo (OCDE, 2008b, pág. 341 y OCDE/SEMARNAT/ITF, 2008). La rápida y creciente urbanización de la región ha creado una gran demanda de movilización, que ha sido atendida por una flota vehicular individual creciente, desplazando modos de transporte público de menores emisiones por pasajero. En consecuencia, el incremento de vehículos particulares ha aumentado la emisión de contaminantes y la congestión en ciudades.

<sup>8</sup> Consúltense la organización Centro Clima del Brasil, 2008, y el estudio inédito elaborado por esa organización para Endesa España, 2008.

En el informe del IPCC (2007d) se señala que a nivel mundial el 95% de la energía del transporte proviene de los combustibles fósiles, principalmente del diésel y la gasolina. Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de los diferentes medios de transporte son proporcionales a su uso energético. Como se muestra en el cuadro VI.2, la mayor demanda energética proviene de vehículos ligeros, del transporte de carga pesada y de la aviación.

**CUADRO VI.2**  
**USO ENERGÉTICO DEL TRANSPORTE A NIVEL MUNDIAL, POR TIPO, 2000**

<b>Modo</b>	<b>Uso energético (En exajoules)</b>	<b>Porcentaje</b>
Vehículos ligeros	34,2	44,5
Vehículos de doble rueda	1,2	1,6
Transporte de carga pesada	12,48	16,2
Transporte de media carga	6,77	8,8
Buses	4,76	6,2
Trenes	1,19	1,5
Aviones	8,95	11,6
Barcos	7,32	9,5
Total	76,87	100,0

Fuente: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBSCD), "IEA/SMP model documentation and reference case projection" [en línea] <http://www.wbcsd.org/web/publications/mobility/smp-model-document.pdf>, 2004.

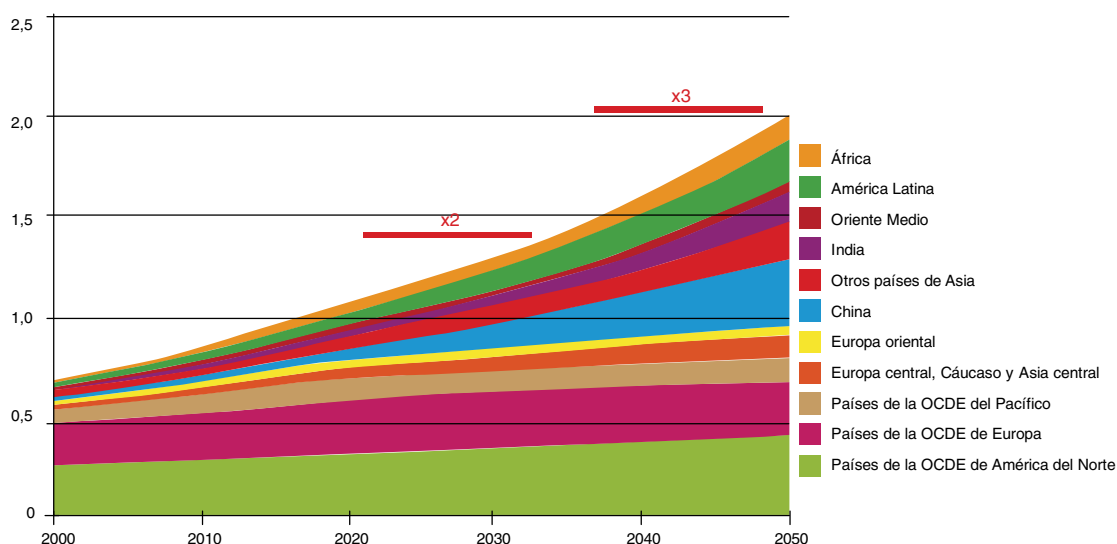
Algunos gobiernos de América Latina y el Caribe realizan esfuerzos para mitigar el aumento de las emisiones en este sector con el mejoramiento del transporte público, una incipiente apertura de mercado a automóviles híbridos, la promoción de los biocombustibles, aunque con objetivos más bien agrícolas y escaso éxito mediante la aplicación de instrumentos de mercado.

En las ciudades latinoamericanas se destacan los proyectos de mejora y promoción del transporte público de Bogotá (Transmilenio), Curitiba, México, D.F. (Metrobús), Guatemala, Quito y Santiago (Transantiago), pero aún queda mucho por hacer respecto al incremento de vehículos particulares y a la mejora del transporte masivo.

Al respecto, la región de América Latina y el Caribe aumentaría significativamente la cantidad de vehículos ligeros. Al comparar el parque automotor del año 2000, puede apreciarse en el gráfico VI.8 que se duplicaría en 2030 y se triplicaría hacia 2050.

Las medidas de eficiencia dirigidas a ahorrar combustible han producido beneficios netos por vehículo, pero el aumento del parque es mucho mayor que las ganancias en eficiencia (y esto es válido también para el transporte aéreo, carretero y marítimo). Los consumidores determinan el número, tipo y tamaño del vehículo que eligen. Reorientar esas preferencias requeriría de una combinación de instrumentos de control y de mercado, como por ejemplo políticas que simultáneamente mejoren el transporte público como sustituto del transporte privado y aumenten los costos de este, de manera tal que se produzcan reducciones considerables de las emisiones.

**GRÁFICO VI.8**  
**TENDENCIAS DE CRECIMIENTO DE VEHÍCULOS LIGEROS, POR REGIÓN**  
*(En miles de millones)*



Fuente: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBSCD), "IEA/SMP model documentation and reference case projection" [en línea] <http://www.wbcsd.org/web/publications/mobility/smp-model-document.pdf>, 2004.

Los biocombustibles podrían jugar un papel, aunque limitado, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte, y ello según la vía de producción, como el caso del etanol de caña de azúcar del Brasil, que muestra un buen desempeño en materia de emisiones (BNDES, 2008).

En las proyecciones de uso de biocombustibles empleados como aditivos o sucedáneos de la gasolina y el diésel se indica que estos podrían aumentar a nivel mundial hasta un 3% el total de la demanda de energía para el transporte en 2030. Que esta cifra pudiera elevarse al 5% o al 10% dependerá de la mejora de la eficiencia de los vehículos y del éxito de las tecnologías en utilizar material celulósico para la producción de biocombustibles, según los futuros precios del petróleo y del carbono (IPCC, 2007d).

Entre las opciones de mitigación para el transporte también se encuentran los cambios de modos de transporte de privado a público, de carretera a ferrocarril y de tierra a mar, la planificación de usos del suelo y el aumento del transporte no motorizado.

Las posibilidades de mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub> a mediano plazo del sector de la aviación pueden ser el resultado de la mayor eficiencia en el consumo de combustible a través de mejoras en la tecnología de diseño de aviones y motores y mejoras de funcionamiento y gestión del tráfico aéreo. No obstante, se prevé que solo compensen de modo parcial el aumento de las emisiones de ese sector.

El sector del transporte en la región tiene el gran desafío de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, ya que —a pesar de las múltiples opciones de mitigación— el crecimiento del sector será alto en todas sus modalidades.



### 3. Sector residencial y comercial

Las emisiones del sector residencial en la región se originan principalmente en el consumo de electricidad, como se ha detallado en el capítulo V. La eficiencia energética de los aparatos y la eficiencia térmica de las construcciones son las medidas más prometedoras. En este sentido, el uso de materiales tradicionales mejorados permitiría hacer considerables aportes a la mitigación. Entre ellos se puede enumerar el adobe estabilizado, los bloques de tierra hipercompactada (sillar), la guadua, el bambú y la madera, como materiales estructurales que en lugar de emitir captan CO<sub>2</sub>.

Una barrera importante a la mejora en la eficiencia de los aparatos eléctricos es la falta de coordinación regional para adoptar estándares y etiquetados. Esta coordinación permitiría la protección simultánea del medio ambiente y la competitividad.

El IPCC analizó diversas opciones de mitigación (Levine y otros, 2007), considerando que las condiciones económicas y climáticas determinan las medidas de mitigación en este sector. En el análisis se contemplaron las variables de madurez de la tecnología, la efectividad en materia de costos y la pertinencia de la medida. Las medidas más promisorias para los países en desarrollo —económicamente viables en condiciones específicas, baratas y efectivas y muy adecuadas— son las vinculadas al calentamiento de agua por energía solar, materiales termoaislantes, intercambio de aire caliente y uso de tecnologías renovables en los supermercados<sup>9</sup>.

### 4. Sector industrial

El potencial económico del sector industrial se encuentra sobre todo en las industrias de gran consumo de energía (IPCC, 2007d). La modernización de las instalaciones industriales podría dar lugar a reducciones significativas de las emisiones. Sin embargo, las opciones de mitigación disponibles no se están aplicando plenamente ni en los países industrializados ni en los países en desarrollo.

Las principales barreras al pleno uso de las opciones de mitigación disponibles son: la lenta tasa de reemplazo de bienes de capital, la falta de recursos financieros y técnicos, y la limitada capacidad de las empresas —especialmente las pequeñas y medianas— de acceder a la información tecnológica y absorberla. También son importantes las diferencias geográficas en los precios del trabajo y de la tierra, que han llevado a una gran dispersión espacial en las cadenas de valor, aumentando las necesidades de desplazamiento y transporte y, por ende, las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El desarrollo del bioetanol ofrece notables oportunidades para la producción de materiales plásticos, que podría desplazar el uso del petróleo y otros insumos industriales tradicionales como el acero y los petroplásticos en la industria automotriz. De este modo, el bioetanol y el biodiésel, usados en la industria química y de refinación, abrirían la puerta a la captación de carbono en biomateriales. Si se aplica esta posibilidad, por ejemplo, a la industria automotriz y al transporte, la construcción de autos con bioplástico y madera actuaría como sumidero y el uso de biocombustibles ayudaría a neutralizar atmosféricamente su funcionamiento. La industria iría más allá de la eficiencia, para convertirse en un actor relevante en el vertedero de carbono.

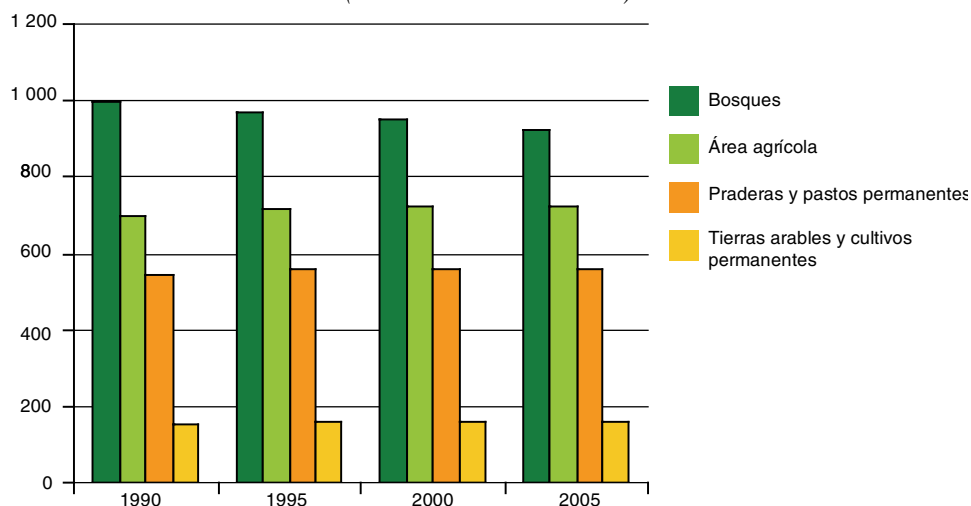
### 5. Sector agrícola

El cambio de uso de suelos, incluida la conversión de bosques a suelo agrícola y de pastoreo, junto con el normal funcionamiento de la agricultura, se ha traducido en un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O).

---

<sup>9</sup> El cambio de luminarias incandescentes por las de alto rendimiento ha sido de probada eficiencia.

**GRÁFICO VI.9**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CAMBIOS EN EL USO DE SUELO**  
 (En millones de hectáreas)



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), *Situación de los bosques del mundo, 2007*, Roma, 2007.

Aunque no existen prácticas de mitigación de aplicación universal, el IPCC (2007d) sugiere tres tipos de mecanismos de mitigación que podrían ser de ayuda para el sector. El primero consiste en reducir emisiones mediante un manejo más eficiente de los flujos de carbono y nitrógeno en los ecosistemas agrícolas. Algunos ejemplos de estas medidas se aprecian en el cuadro VI.3.

**CUADRO VI.3**  
**MEDIDAS PROPUESTAS PARA LA MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS**

Medida	Ejemplos	Efectos de mitigación <sup>a</sup>			Mitigación neta <sup>b</sup> (confianza)	
		CO <sub>2</sub> <sup>c</sup>	CH <sub>4</sub> <sup>d</sup>	N <sub>2</sub> O <sup>e</sup>	Acuerdo	Comprobación
Manejo de tierras de cultivo	Agronomía	+		+/-	***	**
	Manejo de nutrientes	+		+	***	**
	Gestión de residuos	+		+/-	**	**
	Gestión de recursos hídricos (riego y drenaje)	+/-		+	*	*
	Gestión de arroz	+/-	+	+/-	**	**
	Agrosilvicultura	+		+	***	*
	Retiro de tierras, cambio de uso de suelo	+	+		***	***
Gestión de las tierras de pastoreo, mejoramiento de pastizales	Intensidad de pastoreo	+/-	+/-	+/-	*	*
	Incremento de la productividad (por ejemplo, fertilización)	+		+/	**	**
	Manejo de nutrientes	+		+/	**	**
	Manejo de los incendios forestales	+	+	+/	*	*
	Introducción de especies (incluidas legumbres)	+		+/	*	**

Cuadro VI.3 (conclusión)

Medida	Ejemplos	Efectos de mitigación <sup>a</sup>			Mitigación neta <sup>b</sup> (confianza)	
		CO <sub>2</sub> <sup>c</sup>	CH <sub>4</sub> <sup>d</sup>	N <sub>2</sub> O <sup>e</sup>	Acuerdo	Comprobación
Manejo de suelos orgánicos	No realización de drenaje de humedales	+	-	+/-	**	**
Restauración de suelos degradados	Control de la erosión, enmiendas orgánicas y de nutrientes	+		+/-	***	**
Manejo de ganado	Mejoramiento de prácticas de alimentación		+	+	***	***
	Agentes específicos y complementos alimenticios		+		**	***
	Cambios a largo plazo en la estructura y manejo de la cría de animales		+	+	**	*
Manejo de estiércol y biosólidos	Mejora del manejo y almacenamiento		+	+/-	***	**
	Digestión anaeróbica		+	+/-	***	*
	Uso más eficiente de nutrientes	+		+	***	**
Bioenergía	Cultivos energéticos, sólidos, líquidos, biogás y residuos	+	+/-	+/-	***	**

Fuente: B. Smith y otros, "Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2001.

Nota: El signo (+) indica reducción de emisiones, es decir, un efecto de mitigación positivo y el signo (-) indica aumento de las emisiones, o sea un efecto de mitigación negativo. La indicación (+/-) representa incertidumbre o respuesta variable.

<sup>a</sup> Los efectos de mitigación del cambio climático son los efectos aparentes en la reducción de gases individuales.

<sup>b</sup> La mitigación neta consiste en la confianza científica estimada al reducir las emisiones netas en el sitio donde se adopten las medidas. Se trata de una estimación cualitativa de la confianza en las prácticas propuestas para reducir las emisiones netas de gases de efectos invernadero expresadas en CO<sub>2</sub>e. Dentro de ella, el acuerdo se refiere al grado relativo de consenso existente en la literatura (un mayor número de asteriscos indica mayor acuerdo) y la comprobación se refiere al volumen relativo de información que sustenta el efecto de mitigación propuesto (una mayor cantidad de asteriscos indica más datos en ese sentido).

<sup>c</sup> CO<sub>2</sub> – dióxido de carbono.

<sup>d</sup> CH<sub>4</sub> – metano.

<sup>e</sup> N<sub>2</sub>O – óxido nitroso.

El segundo mecanismo consiste en captar CO<sub>2</sub> en sistemas agroforestales. El tercero propone desplazar las emisiones de combustibles fósiles en procesos agrícolas, ya que la biomasa para biocombustibles o residual puede servir de combustible.

La mitigación en la agricultura enfrenta dificultades adicionales derivadas de los acuerdos internacionales. Por ejemplo, el secuestro de carbono en los suelos agrícolas de América Latina y el Caribe tiene potencial de mitigación, pero su exclusión del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) no contribuye a una mayor adopción de prácticas climáticamente positivas como la labranza cero (IPCC, 2007d).

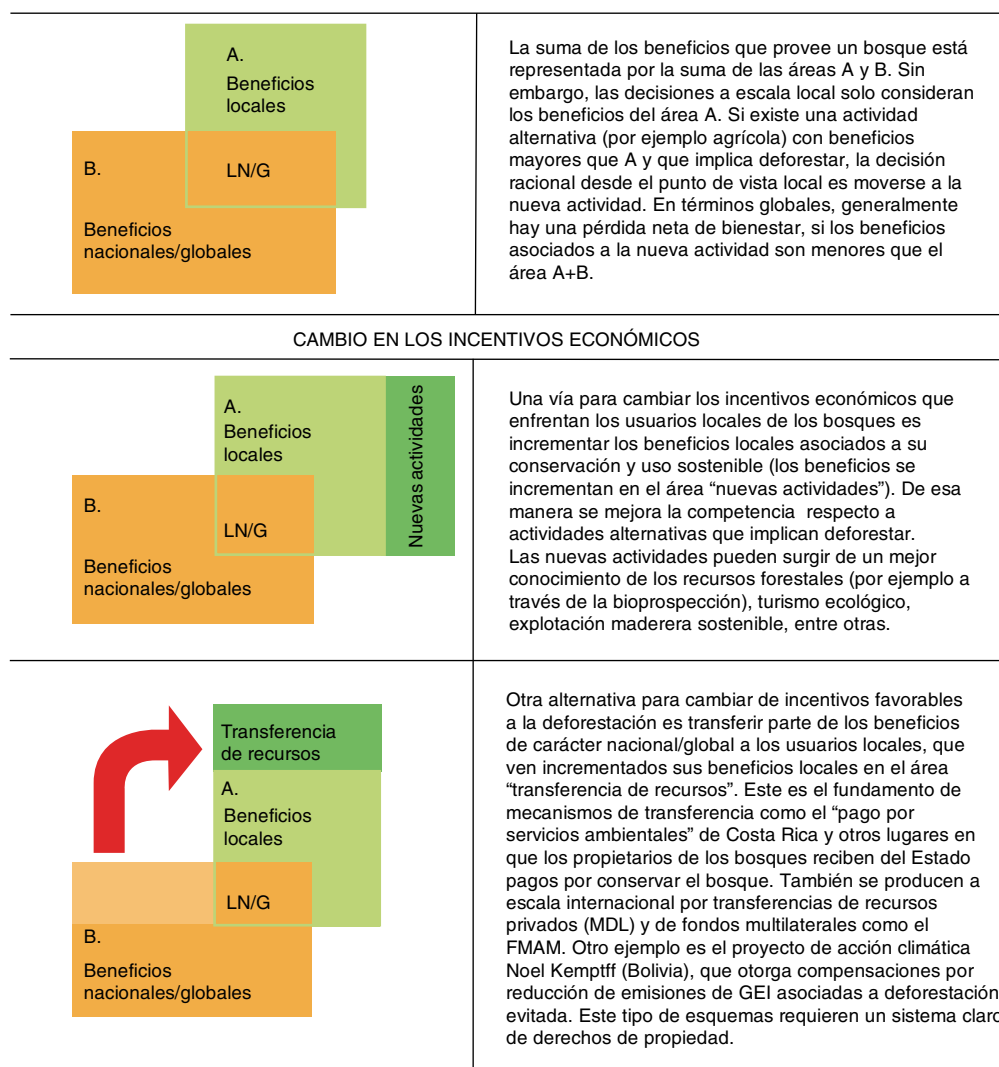
## 6. Sector forestal

La región padece un importante proceso de deforestación que contribuye en gran medida a las emisiones de CO<sub>2</sub> de países como el Brasil, México y el Perú, para dar paso a actividades con mayor rentabilidad que la permanencia de los bosques. Se cree que el pago de un servicio ambiental global de conservación de los bosques como sumideros de carbono podría ser un incentivo económico para su conservación, lo cual ha llevado, por ejemplo, a la creación del Fondo para reducir las emisiones de carbono mediante la protección de los bosques (*Forest Carbon Partnership Facility*, 2007) en el Banco Mundial. La aplicación de estos incentivos enfrenta dificultades institucionales y de cuantificación.

Otras medidas conducentes a la mitigación han sido el aprovechamiento no consuntivo de los bosques para actividades como el ecoturismo y el pago de servicios ambientales locales de mantenimiento del ciclo hídrico, esto último en un número muy limitado de países, alternativas que solo redundan en beneficios locales. La mitigación en el sector depende de un delicado equilibrio entre bienestar local y bienestar global.

Este razonamiento del pago de servicios ambientales para la conservación forestal se muestra esquematizado en el diagrama VI.1.

**DIAGRAMA VI.1**  
**ESQUEMA DE INCENTIVOS ECONÓMICOS ASOCIADOS A LA CONSERVACIÓN DE BOSQUES**



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de J.A. Dixon y S. Pagiola, *Local Costs, Global Benefits: Valuing Biodiversity in Developing Countries*, Washington, D.C., Departamento de Medio Ambiente, Banco Mundial, 2000.

Se cree —y será necesario contar con datos de estudios y proyectos aplicados— que los costos de la reducción de emisiones provenientes de la deforestación y degradación de los bosques (REDD) como mecanismo internacional de mercado podrían estar entre los más bajos en comparación con otras formas de mitigación. Esto ha motivado la consideración de restricciones a este instrumento en la negociación internacional, en lugar de alternativas más imaginativas.

Uno de los principales obstáculos, el monitoreo de la deforestación, se ha aminorado como resultado de la reducción de costos y del aumento de precisión de las estimaciones a partir de imágenes satelitales. Incluso en el Brasil, de gran fortaleza en esta materia, se ha manifestado que existe disposición para compartir imágenes y conocimientos con otros países de la región.

## 7. Residuos

Las emisiones de esta fuente en la región no son tan altas si se las compara con el sector agrícola y energético. Sin embargo, el manejo de los residuos es uno de los graves problemas y retos que enfrentan los gobiernos locales.

El IPCC (2007d) señala algunas opciones tecnológicas, entre las que se encuentran, además de los rellenos sanitarios, la incineración, el tratamiento biológico y el compostaje. La pirólisis de residuos en atmósfera inerte y el enriquecimiento de basura para su uso como combustible muestran potencial, pero no están desarrollados en América Latina y el Caribe.

En el cuadro VI.4 se presentan las tecnologías identificadas por el IPCC por sector.

**CUADRO VI.4**  
**RESUMEN DE TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS DE MITIGACIÓN, POR SECTOR<sup>a</sup>**

Sector	Principales tecnologías y prácticas de mitigación a disposición comercial en la actualidad	Principales tecnologías y prácticas de mitigación proyectadas para ser comercializadas antes de 2030
Suministro de energía	Mejoras en la calidad del suministro y la distribución: cambio de combustible de carbón a gas, energía nuclear; calor y energía renovable (energía hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica y bioenergía); combinación de calor y energía; aplicaciones tempranas de captación y almacenamiento de dióxido de carbono (CAC) como el almacenamiento del CO <sub>2</sub> eliminado del gas natural.	Captación y almacenamiento de dióxido de carbono (CAC) para plantas generadoras de electricidad de gas, biomasa y carbón; energía nuclear avanzada; energías renovables avanzadas, incluida energía de mareas y olas, energía solar concentrada y energía solar fotovoltaica (FV).
Transporte	Vehículos más eficientes; vehículos híbridos, vehículos más limpios de diésel; biocombustibles; cambios modales de transporte por carretera a transporte por ferrocarril y transporte público; transporte no motorizado (bicicletas, caminar); planificación de los usos del suelo y el transporte.	Biocombustibles de segunda generación; aeronaves más eficientes; vehículos híbridos y eléctricos avanzados con baterías más potentes y seguras.
Construcción	Iluminación más eficiente y aprovechamiento de luz natural; electrodomésticos, calefacción y equipos de enfriamiento más eficientes; calentadores de cocina mejorados; aislamiento mejorado; diseño solar activo y pasivo para la calefacción y el aire acondicionado; fluidos de refrigeración alternativos; recuperación y reciclaje de gases fluorados.	Diseño integrado de edificios comerciales, incluyendo tecnologías como contadores inteligentes que proporcionan retroefectos y control; energía solar FV integrada en edificios, autogeneración.
Industria	Equipamiento eléctrico de uso final más eficiente; recuperación térmica y energética; reciclaje y sustitución de materiales; control de las emisiones de gases diferentes al CO <sub>2</sub> ; y una gran variedad de tecnologías para procesos específicos.	Eficiencia energética avanzada; CAC para la producción de cemento, amoníaco y hierro; electrodos inertes para la producción de aluminio.

Cuadro VI.4 (conclusión)

Sector	Principales tecnologías y prácticas de mitigación a disposición comercial en la actualidad	Principales tecnologías y prácticas de mitigación proyectadas para ser comercializadas antes de 2030
Agricultura	Mejoras en la gestión de tierras de cultivo y pastoreo para aumentar el almacenamiento de carbono del suelo; restauración de los suelos de turbera cultivados y las tierras degradadas; mejoras en las técnicas de cultivo de arroz y en la gestión del ganado y el estiércol para reducir las emisiones de CH <sub>4</sub> ; mejoras en las técnicas de aplicación de fertilizantes nitrogenados para reducir las emisiones de N <sub>2</sub> O; cosechas dedicadas a la energía para reemplazar combustibles fósiles; mejoras en la eficiencia energética.	Mejora del rendimiento de los cultivos.
Silvicultura y bosques	Forestación; reforestación; gestión de bosques; disminución de la deforestación; gestión de los productos de la madera; uso de los productos forestales para producir bioenergía y reemplazar el uso de combustibles fósiles.	Mejora de las especies de árboles para aumentar la producción de biomasa y el secuestro de carbono; mejora de las tecnologías de control remoto para el análisis del secuestro potencial de carbono de la vegetación y el suelo y elaboración de mapas de usos del suelo.
Desechos	Recuperación del metano de vertederos; incineración de desechos con recuperación de energía; compostaje de desechos orgánicos; tratamiento controlado de aguas residuales; reciclaje y minimización de desechos.	Cubiertas y filtros biológicos para optimizar la oxidación del CH <sub>4</sub> .

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.

<sup>a</sup> El orden de la enumeración de sectores y tecnologías no responde a su importancia ni a criterio especial alguno. No se incluyen prácticas no tecnológicas, como cambios de estilo de vida, que afectan a varios sectores.

## D. El mecanismo para un desarrollo limpio (MDL)<sup>10</sup>

El Protocolo de Kyoto acordado en 1997 en el Marco de la Convención sobre Cambio Climático establece un mercado internacional de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero con el objeto de atenuar el costo de cumplimiento de los países industrializados (anexo I de la Convención y anexo B del Protocolo)<sup>11</sup>.

El Protocolo estableció tres mecanismos, que permiten que las reducciones ocurran en los países donde el costo marginal de reducción por tonelada de emisiones abatidas sea menor:

- a) El comercio de derechos de emisión entre países industrializados del anexo I consiste en la transferencia de derechos de emisión deducidos de la asignación equivalente a sus compromisos de reducción según el Protocolo de Kyoto. Los países del anexo I cuya reducción de emisiones haya sobrepasado el nivel comprometido en el Protocolo de Kyoto pueden comerciar este excedente con otros países del anexo I que no hayan alcanzado sus cuotas de reducción. Las unidades transadas en este mecanismo se denominan unidades de la cantidad asignada.

<sup>10</sup> Esta sección se basa en Acquatella (2008), secciones 2.4, 2.5 y 2.6 y en cifras actualizadas al 2009.

<sup>11</sup> Un postulado clásico en la teoría de regulación es que el costo total de cumplir con una determinada meta (en este caso el monto global de reducción de emisiones comprometidas en el Protocolo de Kyoto) será menor en la medida en que se le permita flexibilidad a los agentes regulados (países del anexo I) de lograr dicha meta efectuando reducciones no uniformes entre agentes hasta igualar los costos marginales de reducción entre todos los agentes. Esto se logra permitiendo que los agentes transen en el mercado los excedentes y los déficits acumulados en cada caso para cumplir con los compromisos individuales. Esta es la noción genérica detrás de un sistema de permisos transables y de los mecanismos de flexibilidad mencionados.

- b) El mecanismo de aplicación conjunta —basado en la transferencia de créditos de reducción de emisiones entre países industrializados del anexo I y deducidos de su compromiso de reducción— permite acreditar unidades de reducción de emisiones a favor del país que realiza la inversión en proyectos de reducción de gases de efecto invernadero en otro país del anexo I. Las unidades transadas en este mecanismo se denominan unidades de reducción de las emisiones.
- c) El mecanismo para un desarrollo limpio es el único que supone transacciones entre países en desarrollo y países industrializados. Permite a los países industrializados del anexo I comprar reducciones certificadas de emisiones (RCE) generadas voluntariamente por proyectos de países en desarrollo que no integran el anexo I para cumplir parte de su compromiso total de reducción según el Protocolo de Kyoto.

Para reunir las condiciones del MDL, los proyectos deben demostrar que reducen emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a la situación sin proyecto, es decir con respecto a la línea de base o escenario habitual, que el incentivo económico ofrecido por el MDL es una contribución determinante para su realización y que constituye un aporte al desarrollo sostenible del país no perteneciente al anexo I en el cual se aplicarán.

La región puede aprovechar el MDL para introducir métodos de producción y consumo más limpios y de menor efecto negativo interno que, al reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> disminuyan también las de contaminantes locales.

El desarrollo que ha alcanzado el mercado del MDL a nivel global hasta ahora es uno de los logros más importantes del Protocolo de Kyoto, pero insuficiente. Al mes de septiembre de 2009, el MDL alcanzaba la cifra de 5.316 proyectos (incluidos los rechazados) a nivel global, con 2.605, es decir un 49%, en etapa de validación<sup>12</sup>, 234, o sea un 4%, en etapa de registro, y 1.792 proyectos, o un 34%, ya registrados<sup>13</sup>, equivalentes a una reducción estimada de más de 2,7 GtCO<sub>2</sub>e en 2012.

Este volumen de reducción de emisiones equivale al 77% del total de emisiones que produjeron los países de la Unión Europea durante 2005 (3,5 GtCO<sub>2</sub>e) y al 44% del total de emisiones de los Estados Unidos (6,1 GtCO<sub>2</sub>e) el mismo año, que fue el último en que la Secretaría de la CMNUCC publicó datos oficiales.

De los mecanismos del mercado de carbono, el MDL ha sido el de mayor actividad (con un 87% del volumen y un 91% del valor de las transacciones) a nivel mundial. El mercado del MDL ha registrado un rápido crecimiento en los últimos tres años, situación que se explica por la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto en 2005, que formalizó la demanda de las reducciones certificadas. Este despegue del MDL también estuvo determinado por la vinculación que estableció la Unión Europea entre el MDL y el propio Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea antes de la vigencia del Protocolo, al autorizar que las instalaciones europeas reguladas utilizaran reducciones certificadas de emisiones generadas conforme al MDL para demostrar su cumplimiento con los límites de emisión asignados.

En 2005 se realizaron en el mercado primario del MDL transacciones por 341 MtCO<sub>2</sub>e, equivalentes a 2.417 millones de dólares (a un precio medio de 7,1 dólares por tonelada de reducción de CO<sub>2</sub>e). En 2006, las transacciones ascendieron a 537 MtCO<sub>2</sub>e por 5.804 millones de dólares, a un precio medio de 10,8 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>e. Las transacciones de 2007 ascendieron a 551 MtCO<sub>2</sub>e, casi 7.426 millones de dólares, a un precio medio por tonelada de 13,5 dólares, es decir, un aumento del 2% del volumen y del 25% del precio comparado con 2006, lo cual indica la intensa actividad del mercado del último año (Banco Mundial, 2008a).

---

<sup>12</sup> Para su registro por parte del organismo de gobierno del MDL, su Junta Ejecutiva, los proyectos deben ser sometidos previamente a una etapa de validación realizada por instituciones acreditadas a tal efecto por la Junta Ejecutiva.

<sup>13</sup> Las estadísticas oficiales del mercado del MDL actualizadas se encuentran disponibles en “CDM Statistics” [en línea] <http://cdm.unfccc.int/Statistics/index.html> y PNUMA (2008).

En 2007 los principales compradores en el mercado del MDL y del mecanismo de aplicación conjunta fueron los países europeos, con el 79% del total transado, destacándose el Reino Unido como principal comprador, con el 59%. El Japón también ha tenido una importante participación en el mercado, con el 11%. Las empresas del sector privado de estos países son las principales compradoras de reducciones certificadas de emisiones en el mercado del MDL (Banco Mundial, 2007).

Como se muestra en el cuadro VI.5, el crecimiento del mercado primario tuvo una marcada caída en 2008, cuando el valor de las transacciones para los proyectos del MDL en los países en desarrollo disminuyeron de 7,4 a 6,5 millones de dólares, esto es un 12% comparado con el año anterior, incluso a pesar de que el precio promedio por tonelada fue 16,8 dólares. Un comportamiento similar se observa en el mercado de mecanismos de implementación conjunta. Una de las causas vinculadas a esta caída fue la recesión económica mundial que afectó a los principales mercados de demanda de proyectos del MDL, como el europeo y el japonés (Banco Mundial, 2009).

**CUADRO VI.5**  
**VOLUMEN ANUAL Y VALORES DE LA TRANSACCIÓN DE PROYECTOS DE**  
**REDUCCIÓN DE EMISIONES, 2005-2008**

(En millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes y en millones de dólares)

Tipo de mercado para el mecanismo para un desarrollo limpio	2005		2006		2007		2008	
	(Cantidad)	(Valor)	(Cantidad)	(Valor)	(Cantidad)	(Valor)	(Cantidad)	(Valor)
Mecanismo para un desarrollo limpio- primario	341	2 417	537	5 804	552	7 433	389	6 519
Implementación conjunta	11	68	16	141	41	499	20	294
Mercado voluntario	6	44	14	70	43	263	54	397
Subtotal	358	2 529	567	6 015	636	8 195	463	7 210
Mecanismo para un desarrollo limpio- secundario	10	221	25	445	240	5 451	1 072	26 277
Otros mecanismos	20	187	19	76		...	...	...
Total	388	2 937	611	6 536	876	13 646	1 535	33 487

Fuente: Banco Mundial/International Emissions Trading Association (IETA), *State and Trends of the Carbon Market 2007, 2008 y 2009* Washington, D.C.

Según análisis basados en modelación (Mc Cracken y otros, 1999), utilizando los tres mecanismos de flexibilidad, el costo de cumplir con la meta de Kyoto podría reducirse a menos de la mitad si se compara con un modelo de inexistencia del comercio internacional de reducciones de emisiones.



## 1. Proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) en la región

En el inicio del mercado de carbono América Latina fue el mayor proveedor de proyectos del MDL, siendo la región pionera en proyectos piloto elaborados antes de la reunión de Kyoto. Posteriormente su rol fue dominante en las carteras de proyectos de los primeros fondos relacionados con las emisiones de carbono como los del Banco Mundial. Esto fue producto de la apertura de los gobiernos al desarrollo del MDL, al tener sistemas de aprobación relativamente expeditos e iniciativas de promoción para este tipo de proyectos (Eguren, 2007). Sin embargo, su participación actualmente ha llegado a ser menor tanto en número de proyectos como en cantidad de reducciones.

Como se muestra en el cuadro VI.6, la región de Asia y el Pacífico encabeza la reducción certificada de emisiones que se genera anualmente y el total de reducciones que se espera generar hasta 2012. La participación de América Latina y el Caribe alcanza un 19,6% del total de proyectos, que generarían un 15% del total de reducciones de emisiones esperadas para 2012.

**CUADRO VI.6**  
**PROYECTOS DEL MECANISMO PARA UN DESARROLLO LIMPIO, POR REGIÓN**

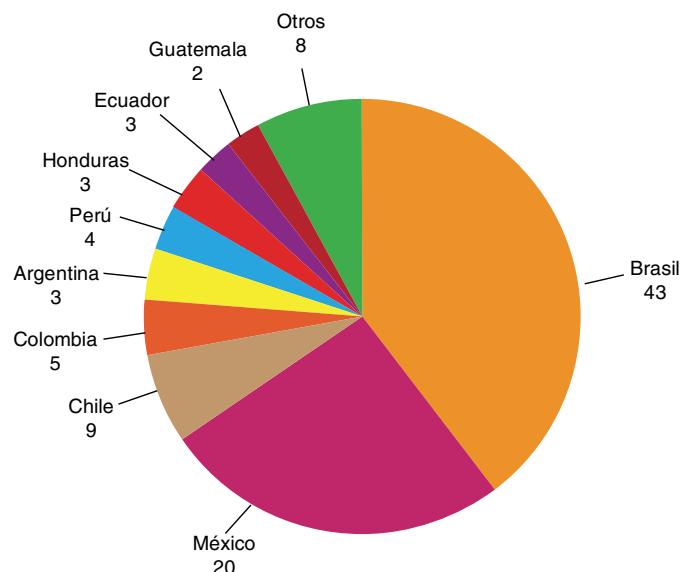
Total de proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio en trámite	Proyectos		Reducciones certificadas de emisiones	Reducciones certificadas de emisiones, 2012		Población	Reducciones certificadas de emisiones per cápita, 2012
	(Cantidad)	(Porcentaje)	(Cantidad)	(Cantidad)	(Porcentaje)	(Millones de habitantes)	(Cantidad)
América Latina y el Caribe	726	19,6	71 757	407 806	15,0	559	0,73
Asia y el Pacífico	2 814	76,1	417 892	2 152 705	79,4	3 529	0,61
Europa y Asia central	39	1,1	3 997	19 382	0,7	149	0,13
África subsahariana	50	1,4	13 388	72 267	2,7	752	0,10
África septentrional, meridional y central	71	1,9	11 765	58 129	2,1	278	0,21
Total de regiones menos desarrolladas	3 700	100	518 797	2 710 289	100	5 266	0,51

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), "UNEP Risoe CDM/JI Pipeline Analysis and Database" [base de datos en línea] <http://cdmpipeline.org/>, actualización hasta el 8 de agosto de 2008.

El Brasil tiene un 43% de los proyectos del MDL de América Latina y el Caribe, como se ve en el gráfico VI.10, los que se concentran en generación a partir de biomasa, destrucción de metano en rellenos sanitarios, agricultura y energías renovables. Sigue México, con un 20%, destacándose los proyectos sobre agricultura, biogás y rellenos sanitarios, y Chile, con un 9%, principalmente proyectos relacionados con biomasa y rellenos sanitarios.

Aparentemente, las economías grandes ofrecen más oportunidades para proyectos del MDL y también las que tienen un ambiente amigable y estable para invertir, como Chile.

**GRÁFICO VI.10**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CANTIDAD DE PROYECTOS DEL MECANISMO PARA**  
**UN DESARROLLO LIMPIO**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), "UNEP Risoe CDM/JI Pipeline Analysis and Database" [base de datos en línea] <http://cdmpipeline.org/>, actualización hasta el 1° de septiembre de 2009.

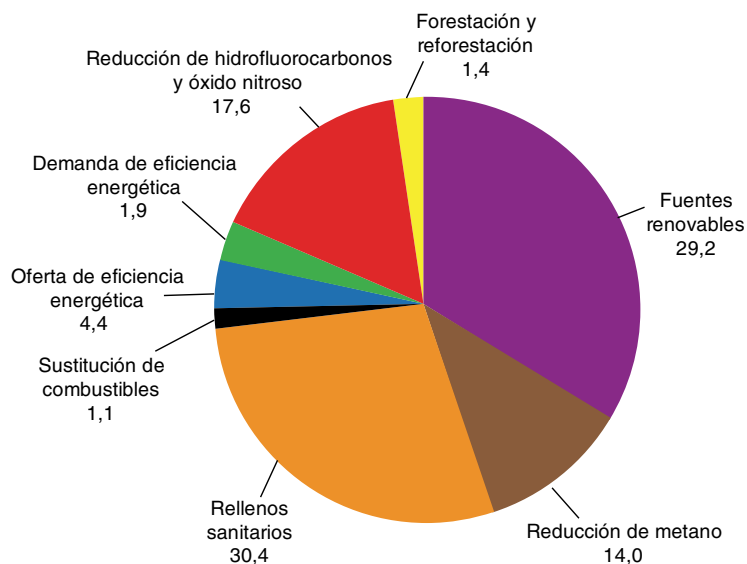
Un volumen significativo de reducción de emisiones a 2012 en América Latina y el Caribe está relacionado con proyectos sobre óxido nitroso ( $N_2O$ ) e hidrofluorocarbono (HFC), como se muestra en el gráfico VI.11, aunque hay solo dos proyectos sobre hidrofluorocarbonos registrados, uno localizado en México y otro en la Argentina. En el caso del  $N_2O$  hay nueve proyectos, la mayoría ubicados en el Brasil. El resto de los proyectos están destinados a la reducción del  $CO_2$  y del metano. Esta desproporción se explica porque el HFC tiene un potencial de calentamiento 11.700 veces mayor que el  $CO_2$  y 310 veces mayor el del  $N_2O$ . Las reducciones logradas sobre la base de estos gases son equivalentes a las de cientos de proyectos de reducción de  $CO_2$ <sup>14</sup>.

Si bien existen pocos proyectos de este tipo en la región relacionados con la industria de la refrigeración, de fertilizantes y de explosivos, se espera que la demanda futura de reducciones se satisfaga por la vía de proyectos de fuentes de energía renovables o de eficiencia en el uso de combustibles fósiles.

El metano generado en rellenos sanitarios tiene 21 veces más potencial de calentamiento que el  $CO_2$  y presenta gran interés para los responsables de proyectos del MDL en la región. En este sector hay grandes posibilidades de reducción de emisiones, aunque la cantidad de proyectos registrados no sea muy alta (véase el gráfico VI.12).

<sup>14</sup> Las reducciones logradas por los proyectos se expresan en la unidad denominada  $CO_2$  equivalente ( $CO_2e$ ), que permite convertir las toneladas reducidas de los diferentes gases de efecto invernadero y sus distintos potenciales de calentamiento a una unidad de medida común.

**GRÁFICO VI.11**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: VOLUMEN DE REDUCCIONES CERTIFICADAS DE**  
**EMISIONES POR TIPO DE PROYECTO, 2012**  
*(En porcentajes)*

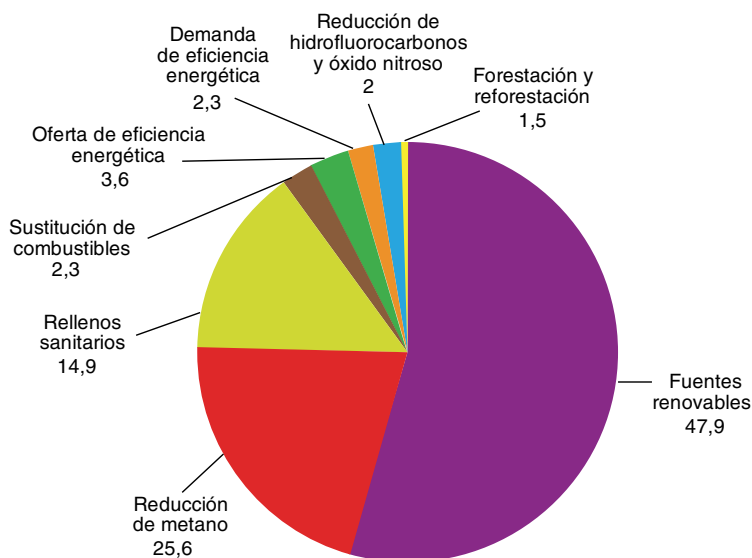


Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), “UNEP Risoe CDM/JI Pipeline Analysis and Database” [base de datos en línea] <http://cdmpipeline.org/>, actualización hasta el 1° de septiembre de 2009.

La mayoría de los proyectos registrados en la región están relacionados con las energías renovables, como puede verse en los gráficos VI.11 y VI.12. Ello se explica por el volumen de RCE<sup>15</sup> que generarán. Entre estos proyectos se encuentran los de generación de energía y cogeneración mediante el uso de biomasa, dominados por el Brasil y se relacionan con el tratamiento del bagazo de caña. Los proyectos hidroeléctricos están distribuidos por toda América Latina. Los más escasos, hasta la fecha, están relacionados con la energía eólica —en su mayoría en México y el Brasil— y geotérmica, en Centroamérica. Los proyectos agrícolas se refieren principalmente a la captación y destrucción de metano en establecimientos de cría de cerdos y están distribuidos a nivel regional, pero tienen gran importancia en el Brasil, Chile, México. En el transporte, a pesar de los enormes beneficios que representa mejorarlo, el MDL solo ha reconocido una metodología para la expansión del sistema Transmilenio en la ciudad de Bogotá.

<sup>15</sup> Los contratos de RCE a futuro son los llamados acuerdos de compraventa de reducción de emisiones (ACRE). Muchos de los encargados de proyectos del MDL venden el volumen de RCE que se estima que generará el proyecto con la finalidad de obtener un flujo financiero en el presente en lugar de esperar todo el ciclo de proyecto hasta que la reducción de emisiones sea certificada. Por supuesto estos contratos a futuro son objeto de transacciones en el mercado internacional con un importante descuento sobre el precio de una RCE ya certificada, puesto que el ACRE incorpora el riesgo de proyecto y de certificación. Aproximadamente entre el 85% y el 90% de las RCE que entran al proceso de registro obtienen la certificación final de la Junta Ejecutiva del MDL.

**GRÁFICO VI.12**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: PROYECTOS DEL MECANISMO PARA UN**  
**DESARROLLO LIMPIO, POR TIPO**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), “UNEP Risoe CDM/JI Pipeline Analysis and Database” [base de datos en línea] <http://cdmpipeline.org/>, actualización hasta el 1º de septiembre de 2009.

## 2. Flujo de recursos del MDL

Según el análisis del Banco Mundial (Banco Mundial/IETA, 2007) de 2002 a 2006 hubo transacciones (véase el gráfico VI.9) por 920 MtCO<sub>2</sub>e de reducciones según el MDL por un valor total de 7.800 millones de dólares. La mitad correspondió a la destrucción de gases industriales HFC y N<sub>2</sub>O, que movilizan poca inversión, a diferencia de los proyectos de energía renovable, donde la relación entre inversión y volumen de reducción de emisiones es mucho mayor (9:1). En ese período se comercializaron 2.700 millones de dólares en contratos de RCE a futuro, solamente en proyectos de energía limpia —energía renovable, sustitución de combustible, eficiencia energética y recuperación de metano— los que se estima que benefició con 16.000 millones de dólares adicionales de inversión al flujo de recursos del MDL de los proyectos.

Tomando en cuenta estos beneficios de inversión adicional en los proyectos del MDL y su ubicación, el Banco Mundial estima que la inversión acumulada total de los proyectos en el período 2002-2006 se aproxima a 21.600 millones de dólares<sup>16</sup>. De este total, alrededor del 66% de la inversión correspondió a proyectos de energía renovable (aproximadamente 14.000 millones de dólares) un 20% a los proyectos de biomasa (aproximadamente 4.000 millones de dólares) y un 15% a los proyectos eólicos e hidroeléctricos (aproximadamente 3.000 millones de dólares) (Banco Mundial/IETA, 2007).

Una estimación aproximada de lo captado en América Latina y el Caribe estaría entre el 10% y el 15% de esos montos, es decir entre 2.100 y 3.200 millones de dólares de inversión total en el período 2002-2006, lo que equivale a una inversión total anualizada de 420 a 640 millones de

<sup>16</sup> Estimación y datos de inversión: Banco Mundial/IETA (2007, pág. 30).

dólares<sup>17</sup>. Correspondería a América Latina y el Caribe, asimismo, entre el 10% y el 15% del total de acuerdos de compraventa de reducción de emisiones (ACRE) comercializados, es decir un total de 780 a 1.170 millones de dólares en ese período, que representa un flujo de 195 a 292 millones de dólares anuales por recursos del MDL (Acquatella, 2008, sección 2.6).

Para dimensionar el flujo de inversiones —suma de recursos del MDL más inversión— se puede comparar con los montos aplicados en la región en el sector de la vivienda para contrarrestar las consecuencias de la recesión económica del último año. Por ejemplo, el Gobierno de la Argentina anunció que volcará hasta 1.600 millones de dólares de los aportes previsionales que van a la Administración Nacional de la Seguridad Social (ANSES) a líneas de crédito dirigidas a la construcción, ampliación, terminación o compra de viviendas nuevas o usadas. Más significativo aún es el caso del Brasil, donde se anunció el lanzamiento de un programa habitacional (*Minha casa minha vida*), que cuenta con 8.960 millones de dólares de subsidios del Tesoro. En ambos casos estos montos, aplicados solo para un sector y a nivel nacional superan en varias veces el volumen de inversión total anual movilizado por el MDL para toda América Latina (CEPAL, 2009)<sup>18</sup>.

Sin embargo, según la opinión de expertos, la inversión anual en el sector eléctrico en América Latina y el Caribe de los últimos años ha estado muy por debajo de esos 18.000 millones de dólares y por ello el flujo del MDL es relativamente mayor. Este mecanismo es un incentivo para inversiones en energía renovable que mejora la tasa de rentabilidad interna de estos proyectos entre un 0,5% y un 3,5%. Pero los montos movilizados por el MDL no alcanzan la escala necesaria para contribuir a transformaciones estructurales significativas en el sector energético de la mayoría de los países de la región.

## E. Resumen

- En América Latina y el Caribe se emite el 11,8% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (2000), es decir 5 gigatoneladas, y un 70% concentrado en 5 países: México, Brasil, Argentina, República Bolivariana de Venezuela y Colombia. El promedio de emisiones per cápita de GEI fue de 9,9 tCO<sub>2</sub>e en comparación con el promedio mundial de 7,2.
- En América Latina y el Caribe se emitieron 3,1 toneladas de CO<sub>2</sub> per cápita en 2004, en línea con el indicador de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, mientras que el promedio mundial fue de 5,4.

---

<sup>17</sup> El informe dice que las actividades de proyectos del período 2002-2006 significaron compromisos de inversiones por 21.600 millones de dólares. Si se compara esta cifra con el total de ACRE (7.800 millones), el factor de beneficio medio de la inversión con el MDL es alrededor de 2,8. Si la participación de América Latina y el Caribe en el mercado se estima en un 10%, los compromisos de inversiones en la región ascenderían a alrededor de 2.100 millones y aplicando el factor de apalancamiento medio (2,8) los ACRE de la región serían del orden de 780 millones. Una manera alternativa de hacer la estimación sería considerar que si la región de América Latina y el Caribe participa en un 10% en el mercado, tiene el 10% de los ACRE del mundo. Pero la primera argumentación revela que al considerar un factor de apalancamiento medio se puede subestimar la inversión en la región, donde hay menor número de proyectos de gases industriales que en otras regiones. Estos números están sujetos a muchos ajustes. Si se utiliza el informe del Banco Mundial de 2008, con cierre de información del año 2007, las inversiones comprometidas en el período 2002-2007 se estiman en 59.000 millones de dólares y el factor de apalancamiento es de 3,8, variación que se explica porque el máximo de entrada de proyectos de gases industriales fue 2005 y van actualmente a la baja. A partir de estas cifras se estaría analizando una cifra de 5.900 millones de dólares en la región (10% de participación en el mercado) y 1.550 millones en ACRE, lo cual duplicaría las consideradas en el texto.

<sup>18</sup> También se puede comparar con productos de exportación tradicionales. Por ejemplo, las exportaciones de café de Costa Rica y de Colombia fueron de 230 millones de dólares en 2006 y 1.631 millones de dólares en 2005, respectivamente, lo que da idea de la reducida dimensión del flujo total del MDL a la región en comparación con otras actividades de exportación.

- El MDL ha logrado movilizar fondos marginales comparados con los requisitos de mitigación en la región. Su contribución total a la inversión se ubica en torno a los 7.800 millones de dólares (2002-2006) y su importancia para América Latina y el Caribe ha disminuido con relación al volumen de reducciones de origen asiático. Se estima que contribuye con un 3% de aumento en la tasa interna de retorno de los proyectos. Su aporte en América Latina y el Caribe se estima entre 2.100 y 3.200 millones de dólares de inversión total entre 2002 y 2006, es decir un flujo anual de 420 a 640 millones de dólares. En este período, solo por concepto de MDL, se estima un ingreso de 195 a 292 millones de dólares anuales, es decir entre 780 y 1.170 millones de dólares. El monto es muy reducido comparado con las exportaciones tradicionales y los montos asignados a la recuperación de la crisis.
- Como fuerza de cambio en materia de métodos de producción y consumo, el MDL ha resultado ineficaz hasta ahora.
- Los mercados de carbono han experimentado un crecimiento acelerado a nivel global a partir de 2005, año en que entró en vigor el Protocolo de Kyoto. Con seguridad se fortalecerá cuando se definan las metas de reducción nacionales o sectoriales del régimen internacional de cambio climático a partir de 2012.
- La región debe aprovechar las oportunidades que ofrecen los proyectos de mayor envergadura poco explorados, como los proyectos agrupados o programas de actividades, para que el MDL resulte un incentivo más pertinente y con menores costos de transacción. Es beneficioso para la región, asimismo, el fortalecimiento de las opciones del MDL relacionadas con la conservación de bosques y suelos, la reforestación y la reorganización del transporte público urbano, todos muy reducidos en la actualidad.
- Algunas opciones de mitigación serán aplicadas por los países en función de sus políticas nacionales de desarrollo sostenible; otras serían posibles en el marco de una acción coordinada en la propia región, que permitiera la mejora del desempeño ambiental, al tiempo que se protege la competitividad económica, como en el caso de las normas de eficiencia energética de productos comerciables.
- Otra parte de las alternativas requerirá un esfuerzo financiero y políticas adicionales, que deberán complementarse con fondos de la cooperación internacional.



## VII. La región en el marco internacional del cambio climático

Pese a la vulnerabilidad descrita, a su singularidad en materia de emisiones provenientes del cambio de uso del suelo y a que sus países son prácticamente los de mayor afinidad entre los Estados miembros de las Naciones Unidas, América Latina y el Caribe no tiene voz propia en el marco de las negociaciones internacionales sobre el cambio climático. Ello obedece en parte a que México pertenece a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y a que, al igual que el Brasil, ha cobrado una importancia destacada en el mundo en desarrollo. Ambos países integran el llamado Grupo de los Cinco (G5) junto con China, la India y Sudáfrica, organización formalizada en 2007 y cuyo objetivo, entre otros, es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta agrupación ha adquirido un peso creciente conforme se acercan las definiciones para el segundo período de cumplimiento del Protocolo de Kyoto y se afianza la idea de un mayor aporte a la mitigación mediante compromisos asumidos por los países en desarrollo.

Sin embargo, esta situación no es algo nuevo, puesto que América Latina y el Caribe se han visto regularmente absorbidos dentro del Grupo de los 77 y su vasta heterogeneidad. Los países que pertenecen a esta agrupación se unieron a fin de sumar fuerzas frente al mundo desarrollado y sus presiones, pero no lograron construir al mismo tiempo una identidad regional y un espacio propio para la reflexión y el intercambio de información.

Luego de su creación, los espacios de concertación regional suelen funcionar de manera ad hoc y solo en relación con algunos temas, como el Programa de reducción de emisiones de carbono causadas por la deforestación y la degradación de los bosques (REDD), a veces irregularmente y en forma paralela a organizaciones formales como el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT) y el Órgano Subsidiario de Ejecución (OSE). Algo de periodicidad se ha logrado gracias a algunos esfuerzos constructivos como la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC), cuyas reuniones facilita la cooperación española.

La falta de recursos presupuestarios y humanos ha sido una limitación permanente para hacer más visibles sus necesidades y sus peculiaridades ante el resto del mundo, así como para atender una agenda que se ha tornado cada vez más compleja tanto temáticamente como en materia de foros de discusión. El resultado es que un número muy reducido de funcionarios especializados deben asistir a diversas reuniones, en muchos casos con una alta rotación de personas en las instituciones responsables.



En la CEPAL, organización al servicio de la región entera, se ha venido realizando desde el año 2005 un esfuerzo permanente por abrir espacios de reflexión y difusión de información sobre políticas e iniciativas exitosas relacionadas con el cambio climático. La Corporación Andina de Fomento (CAF) ha hecho lo propio, incluso desde hace más tiempo, con las limitaciones que representa su alcance regional.

Esta idea de contar con espacios de discusión no ha sido recibida favorablemente por algunos países de la región, que han hecho hincapié en la importancia de mantener las negociaciones en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El argumento es plenamente atendible, pero no tendría por qué limitar las oportunidades de intercambiar información sobre el seguimiento de las conversaciones y sus propios avances en materia de políticas. La relativa posición de fuerza de los países grandes no se vería menoscabada por este tipo de intercambios, pues permitirían que la región se fortaleciera y que se conocieran mejor sus puntos de vista, en un juego que no es de suma cero.

La magnitud de los recursos utilizados en medidas de adaptación, las negociaciones del régimen después de 2012 o segundo período de compromisos, las nuevas modalidades de mitigación vinculadas a la reducción de las emisiones de carbono causadas por la deforestación y la degradación de los bosques y la necesidad urgente de estimular la contribución de los países en desarrollo mediante incentivos adecuados, entre otros factores, apuntan a la importancia de fortalecer el papel internacional de la región.

## A. América Latina y el Caribe en las negociaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto

Entre los países que podrían asumir los compromisos del primer período de cumplimiento del Protocolo de Kyoto (2008-2012), se consideró a algunas naciones en desarrollo. Este fue el caso de la República de Corea y México, ambos recién ingresados a la OCDE, en 1994. Apenas dos años antes, la CMNUCC había incluido a las Partes que eran miembros de la OCDE y a las que se encontraban en proceso de transición a una economía de mercado como la antigua Unión Soviética en el anexo I (países que tienen obligaciones específicas en materia de reducción de emisiones) y solo a los miembros de dicha organización (países con compromisos de financiamiento de las actividades de reducción a nivel internacional). El ingreso de la República de Corea y México a la OCDE no estuvo condicionado a la aceptación del compromiso de formar parte del anexo I, de manera que su situación fue distinta de la del resto de los miembros<sup>1</sup>.

En virtud del Mandato de Berlín, aprobado en 1995, se estableció que los países en desarrollo no asumirían compromisos adicionales de reducción de emisiones durante las negociaciones que habrían de culminar en 1997 con el Protocolo de Kyoto. De este modo, incluso sus compromisos voluntarios quedaron excluidos de las conversaciones y durante los 10 años siguientes el tema no figuró en la agenda.

Sin embargo, conforme se intensifican las negociaciones del segundo período de cumplimiento después de 2012, se ha vuelto a discutir el tema de los compromisos de reducción por parte de los países en desarrollo. La reactivación del debate obedeció a que los Estados Unidos condicionó el cumplimiento de sus obligaciones de reducción de emisiones a que los países que hoy se considera de importancia clave, como los integrantes del Grupo de los Cinco, asuman compromisos cuya modalidad no está clara aún<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Esto no impidió que ambos fueran objeto de presiones significativas para que asumieran compromisos de reducción de emisiones comparables a los del anexo I.

<sup>2</sup> Entre las modalidades en discusión se cuentan disminuir la tasa de crecimiento de las emisiones, reducir las emisiones según el PIB y ciertos compromisos puntuales que ofrecen oportunidades de ahorro de energía y que responden a los objetivos internos de desarrollo sostenible como, por ejemplo, un menor nivel de contaminación local.

Es posible que durante las negociaciones se adopte el criterio de fijar los compromisos de reducción de emisiones de acuerdo con ciertos parámetros como el nivel de ingresos, el volumen de emisiones per cápita, la tasa de crecimiento y otros indicadores de los países. México dio un paso importante al anunciar en diciembre de 2008, durante la decimocuarta reunión de la Conferencia de las Partes en la CMNUCC, una reducción absoluta —respecto del año 2002— del 50% de las emisiones en 2050 y del 10% en 2012, con el objeto de converger hacia la media mundial de emisiones per cápita. En noviembre de 2009, el Brasil anunció su intención de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> casi un 40% para 2012 (en relación con su nivel de 2005). Esta iniciativa se está tramitando en el Congreso para ser incluida en la Política nacional sobre el cambio climático y ya ha sido aprobada por la Comisión de infraestructura del Senado.

Las metas nacionales de los países en desarrollo y los Estados Unidos serán muy probablemente acogidas en el instrumento revisado para los siguientes períodos de cumplimiento en medidas de mitigación apropiadas para cada país (MMAp o NAMA por sus siglas en inglés) que estarían sujetas a verificación.

Una segunda modalidad apunta a la inclusión de sectores altamente contaminantes y de consumo intensivo de energía, cuyos centros de producción están ubicados tanto en países en desarrollo como en países industrializados y que conforman mercados globales. Es el caso de industrias tales como cemento, acero, papel y celulosa, metalmecánica, productos químicos y aluminio, que quedarían sujetas a un tope máximo (*cap*) de emisiones y podrían intercambiar las reducciones desde las unidades más eficientes a las menos eficientes para cumplir con los compromisos del sector. Esta modalidad podría aplicarse a la aviación internacional y al transporte marítimo. De acuerdo con este esquema, las industrias estarían sujetas a un régimen semejante al de los países desarrollados. Su viabilidad implica la aceptación por parte de los gobiernos, en particular de los encargados del área económica de los países en desarrollo, de exponer a algunos de sus sectores contaminantes a una restricción global. El asunto está lejos de ser sencillo, pues estas industrias suelen tener un gran peso específico y un amplio poder de negociación ante sus respectivos gobiernos que dificultará la aplicación de este enfoque, pese a que poseen suficientes recursos económicos y capacidad tecnológica como para mejorar su desempeño ambiental. Una variante de esta modalidad ha sido el esfuerzo del Brasil por frenar el cambio de uso del suelo en la Amazonia mediante un fondo internacional (el Fondo Amazonia 2008) sujeto a reglas de desembolso sobre la base del cumplimiento de ciertas metas de mitigación previamente establecidas. Sin embargo, es posible que el esfuerzo sectorial del Brasil, anunciado en sus medidas de mitigación apropiadas para cada país, se enmarque en los criterios de la primera modalidad ya mencionada.

El tercer esquema que se está considerando fue comentado en el capítulo sobre adaptación y consiste en imponer barreras a la importación de bienes provenientes de países en desarrollo en los países desarrollados, sea sobre la base del contenido de carbono incorporado a los productos, incluido el correspondiente al transporte, o de las medidas de protección adoptadas por los países exportadores.

La cuarta modalidad en discusión es la aplicación de un gravamen acordado internacionalmente, pero recaudado a nivel nacional, sobre el contenido de carbono de los diversos combustibles fósiles. Hay muchos países y centros de investigación o reflexión que favorecen esta alternativa, por considerar que es menos distorsionadora de los mercados y que envía las señales de precio adecuadas para la toma de decisiones por parte de los particulares y las empresas.

Esta última opción fue introducida por el gobierno de Suiza en 2007, incluida la posibilidad de destinar parte de los recursos recaudados por los países a un fondo internacional, y también se sometió a la consideración del Club de Madrid.

Los efectos de las cuatro alternativas señaladas en los países de América Latina y el Caribe serían diferentes, dependiendo de su situación particular. Un esquema basado en la adopción de criterios para establecer los compromisos de reducción de emisiones podría aplicarse en aquellos que muestran tasas elevadas de crecimiento y altos niveles de emisión, como Chile, la República Bolivariana de Venezuela y Trinidad y Tabago.

En cuanto a las medidas de frontera que aplicarían los países desarrollados a sus importaciones, debido a la creciente participación y competitividad de las exportaciones provenientes de las llamadas industrias ambientalmente sensibles (véase el capítulo IV), los más afectados serían los países de América del Sur, que además se encuentran a mayor distancia de los mercados de exportación en el mundo desarrollado.

Con esta modalidad se corre cada vez más el riesgo de externalizar acciones de mitigación a los países en vías de desarrollo, lo que erosiona el carácter multilateral que caracteriza los distintos niveles de responsabilidad en un problema común como es el cambio climático.

A su vez, un compromiso sectorial de reducción de emisiones podría afectar significativamente la inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe, que se está orientando en forma creciente a las industrias de consumo intensivo de energía.

Es por ello que a los incentivos nacionales para el cambio, sea por los beneficios ambientales previstos a nivel local o por motivos de eficiencia económica, se estaría sumando un argumento adicional: no estar demasiado cerca de los umbrales que podrían obligar a los países cuyos indicadores de crecimiento e intensidad de las emisiones nacionales y de sus exportaciones son elevados a asumir compromisos que se traduzcan en una serie de restricciones. Ante este panorama, conviene seguir una política precavida y prudente en materia de emisiones, ya que a largo plazo podrían surgir otras posibilidades como la convergencia hacia un nivel de emisiones o concentración de partículas que se considere seguro para la salud humana.

## 1. El financiamiento para el desarrollo

Sería importante hacer referencia a dos aspectos adicionales de las negociaciones internacionales: por una parte, los recursos necesarios para aplicar medidas de adaptación y, por otra, la posible evolución de los mercados de carbono.

En relación con las medidas de adaptación, cabe señalar que tanto la región en general como los distintos países se presentan ante los donantes de manera desarticulada, sin una demanda coherente y visible en esta materia. Al parecer, los fondos se orientan actualmente a mitigar los efectos de los desastres naturales y en algunas ocasiones, las menos, a la conservación del medio ambiente. En el caso de donantes como España se ha privilegiado el fortalecimiento del conocimiento científico-tecnológico para construir modelos del cambio climático en la región.

## 2. La adaptación

El grueso de los recursos para implementar medidas de adaptación proviene de la cooperación Sur-Sur debido al impuesto del 2% que grava la compraventa de certificados de reducción de emisiones del mecanismo para un desarrollo limpio. A raíz de las negociaciones de Bali, la CMNUCC solicitó a los países que durante el año 2008 expresaran sus puntos de vista respecto de la posibilidad de utilizar también los otros mecanismos de mercado, tales como el intercambio de unidades de la cantidad asignada de emisiones entre los países del anexo I y el comercio de unidades de reducción de emisiones generadas mediante proyectos de ejecución conjunta, para la obtención de recursos destinados al Fondo de adaptación. En el período 2008-2009, a los países en desarrollo les corresponderá lograr que esta posibilidad se concrete. De este modo, la cooperación para la adaptación sería también Norte-Sur.

## 3. La mitigación y el mecanismo para un desarrollo limpio

Como se señaló en el capítulo anterior, el mecanismo para un desarrollo limpio es todavía muy débil como para incentivar cambios importantes en la estructura productiva y el monto de recursos que se negocia mediante las transacciones conexas es aún reducido. Se calcula que las necesidades de

adaptación ascienden a miles de millones de dólares, pero el mecanismo para el desarrollo limpio (MDL) solo canaliza decenas, o en el mejor de los casos algunos cientos de millones, hacia la región<sup>3</sup>.

El Plan de Acción de Bali refleja la voluntad de incluir el comercio de la reducción de emisiones por deforestación evitada en el próximo período de cumplimiento, lo que sin duda es una gran noticia para América Latina y el Caribe. Sin embargo, en algunos países de la región que poseen un importante potencial de conservación de bosques esto ha despertado el temor de que la oferta excesiva de certificados de reducción de emisiones se traduzca en una baja de precios de los mismos y de que se abandonen los proyectos en el sector de energía por los relacionados con el sector uso de la tierra. Si esto ocurriera, no sería privativo de América Latina y el Caribe, puesto que la demanda se orientaría a los menores costos marginales de mitigación a fin de favorecer la colocación de la oferta adicional.

Con todo, el hecho de que disminuya el precio de los certificados de reducción de emisiones demostraría que el número de reducciones económicamente viables es mayor y que los países desarrollados podrían aumentar sus compromisos, lo que también es una buena noticia desde el punto de vista del cambio climático. Por lo tanto, debería existir un *quid pro quo* entre las nuevas fuentes de reducción de emisiones y los compromisos de reducción adicionales del mundo desarrollado. En el marco de las negociaciones internacionales, ello implicaría acordar metas crecientes frente a la oferta progresiva de certificados de reducción de emisiones. Esta alternativa le daría seguridad económica a todas las Partes, puesto que los precios oscilarían en torno a una media y se produciría un incremento de la mitigación global.

Sin embargo, entre las respuestas posibles a esta oferta adicional se ha considerado la posibilidad de segmentar los mercados según el origen de las emisiones, distinguiendo entre los certificados de reducción que provienen del uso de la energía o de la tierra, a fin de que los países desarrollados los utilicen para cumplir sus obligaciones en la misma proporción en que uno u otro sector contribuyen al problema. Esta propuesta atiende las preocupaciones de corto plazo. Sin duda, la segmentación de los mercados podría conducir a la definición de categorías adicionales, tales como la contribución del transporte a las emisiones globales, con lo cual la tarea de administrar el mercado de carbono se tornaría cada vez más compleja. Hay otros países de la región que preferirían mantener la funcionalidad de las reducciones, cualquiera sea su origen.

La conservación de bosques orientada a la mitigación de emisiones ha puesto sobre la mesa la iniciativa impulsada por los países agrupados en la Coalición para las Naciones con Bosques Tropicales (*Coalition for Rainforest Nations*) de crear un mecanismo paralelo al de desarrollo limpio, especializado en la reducción de emisiones por deforestación y degradación evitada de los bosques. En este caso, puede aplicarse el mismo razonamiento anterior: los mecanismos específicos según fuentes de emisión pueden aumentar los costos y dificultar significativamente las transferencias Norte-Sur. En este sentido, tal vez sería una mejor alternativa efectuar una reforma a fondo del mecanismo para un desarrollo limpio en que se consideren todas las nuevas necesidades identificadas, así como algunas disposiciones para garantizar la demanda necesaria frente a un incremento de la oferta.

En la región han surgido algunas iniciativas de índole financiera orientadas a mejorar el statu quo en materia de fondos y su gobernabilidad. Una de ellas, propuesta por el Brasil, apunta a la necesidad de mantener el control territorial de la Amazonía y canalizar los fondos asignados a la conservación de bosques por la vía de programas gobierno-gobierno en lugar de operaciones privadas internacionales. Una segunda propuesta, que surgió de México, consiste en crear un mecanismo orientado a aumentar la disponibilidad de fondos para la adaptación y la mitigación que, sobre la base de criterios para realizar aportes y retiros, le permita a los países contar con un sistema de gobernabilidad institucional más balanceado y con mayor número de recursos que los actualmente disponibles mediante los mecanismos de la Convención. En el caso de ambas propuestas, sería

---

<sup>3</sup> El umbral de crecimiento natural del MDL en la región se encuentra en los miles de millones de dólares, pero de cualquier manera el monto transado es inferior al de las necesidades de adaptación.

necesario definir su magnitud, el precio implícito de la tonelada emitida o retenida de carbono y los criterios para el aporte y retiro de fondos.

Como parte de la problemática vinculada a los nichos de oportunidades para la región, es posible señalar la necesidad de contar con recursos para desarrollar proyectos de reducción de las emisiones de carbono causadas por la deforestación y degradación de los bosques, así como proyectos globales y programas de actividades que si bien tienen gran potencial, son costosos y difíciles de coordinar.

Finalmente, cabe mencionar que el Gobierno de Alemania realizó una subasta de los derechos de emisión en los distintos sectores y que destinará parte de los fondos así recaudados a la cooperación internacional en materia de mitigación, favoreciendo especialmente la conservación de bosques.

Además, entre los temas destacados para la continuidad de los acuerdos internacionales se cuentan los siguientes:

- la decisión de no superar una determinada concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un plazo determinado y de definir el momento en que se llegaría al nivel máximo de emisiones en función de la seguridad climática;
- la inclusión de los Estados Unidos en los compromisos de reducción que se están discutiendo en el marco de la CMNUCC, que sí fue ratificada por este país. Se estima que esto pueda ocurrir a partir de 2010, una vez que el Senado estadounidense apruebe la ley de energía limpia y seguridad de 2009 y la declare su conjunto de medidas de mitigación apropiadas para cada país en el decimosexto período de sesiones de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC (COP 16) o antes. La ley, si bien es innovadora, establece medidas en frontera contra las importaciones (a partir de 2020) y es modesta en su aporte global, siendo más bien comparable al esfuerzo de un país en desarrollo (20% de reducción con relación a 2020);
- incluir a los países del Grupo de los Cinco (el Brasil, China, la India, México y Sudáfrica) en los compromisos de reducción de emisiones mediante medidas de mitigación apropiadas para cada país;
- la inclusión del Programa de reducción de emisiones de carbono causadas por la deforestación y degradación de los bosques en los mecanismos de mercado;
- el acuerdo de compromisos de reducción en los sectores productivos globalizados, incluido posiblemente el transporte internacional aéreo y marítimo;
- aumentar los fondos de adaptación, incluida la evaluación de todos los mecanismos de mercado que puedan aportar al financiamiento de ella;
- lograr un período de cumplimiento de compromisos más prolongado que los cinco años de la etapa anterior;
- sentar las bases de un proceso de ajuste del régimen internacional que incluya criterios para impulsar los compromisos vinculantes de otros países y para avanzar hacia la equidad climática basada en emisiones per cápita;
- reformar o complementar el mecanismo para un desarrollo limpio mediante incentivos de mercado suficientemente poderosos como para reactivarlo y reorientarlo hacia el desarrollo;
- crear mecanismos orientados a facilitar la transferencia de tecnologías específicas, abaratando costos y eliminando barreras como las licencias y patentes, o ambos, y
- crear mecanismos de vigilancia de los compromisos.

No obstante, el consenso internacional en esta materia es aún insuficiente como para abordar los efectos de largo plazo en la agricultura, la seguridad alimentaria y las migraciones internacionales.

En el plano regional, sería preciso que en América Latina y el Caribe aumentaran los análisis económicos de las consecuencias y oportunidades que representa el cambio climático, incluida la mitigación del CO<sub>2</sub>, algo que comenzó a hacerse en 2008 y 2009.

## B. Oportunidades de cooperación regional en materia de cambio climático

El PNUMA (2007) ha elaborado un análisis muy completo de los esquemas de cooperación, que incluye desde el marco institucional hasta los diversos acuerdos e iniciativas regionales y subregionales integradas por instituciones tales como la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático y el Programa Iberoamericano de Adaptación al Cambio Climático (PIACC), así como las consultas realizadas por la CEPAL y la CAF. El financiamiento y respaldo de la comunidad internacional son fundamentales para facilitar la creación y funcionamiento de los espacios de diálogo regional. En este sentido, el objetivo central del PIACC es fortalecer los institutos de investigación climático-meteorológica y el gobierno de España ha financiado importantes acciones de capacitación en esta materia. Por su parte, la RIOCC ha tenido éxito en la creación de un espacio de comunicación estable entre las autoridades designadas por los países iberoamericanos.

También auspiciado por España, se ha hecho un esfuerzo importante por reformar el Programa araucaria para la conservación de la biodiversidad en Iberoamérica, vinculando la conservación biológica con el cambio climático (por ejemplo, mediante la diversidad agrobiológica). *The Nature Conservancy*, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) han iniciado proyectos relacionados con la valoración del patrimonio natural, incluidas las amenazas del cambio climático que pueden afectarlo. El Gobierno de Alemania ha apoyado las discusiones orientadas a aplicar el Programa de reducción de las emisiones de carbono causadas por la deforestación y degradación de los bosques en la región, así como la evaluación de planes de acción y otras iniciativas de intercambio. El Reino Unido ha sido clave en la promoción de una serie de consultas regionales en América Latina y el Caribe y de un esfuerzo comparable en la región de Asia y el Pacífico, así como en la introducción de los estudios sobre la economía del cambio climático en la primera. Por su parte, el Banco Mundial ha encabezado una agenda de evaluación de los efectos del cambio climático en la zona andina y del Caribe. Así, podrían citarse numerosas iniciativas que buscan una sinergia entre los programas de cooperación internacional y las iniciativas de la región. La Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno de América Latina y el Caribe y de la Unión Europea y su iniciativa Euroclima ofrecen un nuevo ámbito para la coordinación a escala regional.

Sin embargo, todavía está pendiente la elaboración de una agenda regional en función de los intereses Sur-Sur. Durante las diversas oportunidades de análisis con los países que ofreció el proceso de preparación de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CDS-15 y CDS-16), la CEPAL (CEPAL, 2007f) identificó algunas líneas de posible colaboración Sur-Sur que serían muy productivas, tales como las que se señalan a continuación.

1. Contar con un registro actualizado de las iniciativas emprendidas en los distintos países para mejorar las capacidades de prevención y respuesta a los desastres naturales y en materia de adaptación y mitigación. En forma complementaria, desarrollar en la red un sitio que ofrezca material de consulta en español y portugués sobre las discusiones orientadas a crear y manejar un régimen climático.
2. Desarrollar o completar estudios específicos para evaluar los efectos económicos del cambio climático en las diversas subregiones, sobre la base de diversos escenarios, a fin de determinar las necesidades de adaptación y las oportunidades de mitigación. Con el

respaldo del gobierno del Reino Unido se han iniciado algunos estudios de este tipo en toda la región. La profundización de ellos, o incluso futuras investigaciones conexas, permitiría evaluar las pérdidas del patrimonio natural debido a los efectos del cambio climático, aunque sea parcialmente, así como estimar los costos de prevención de los desastres naturales y la vulnerabilidad fiscal de los países de América Latina y el Caribe. Además, su armonización metodológica contribuiría a aumentar la comparabilidad de los resultados a fin de contar con una imagen regional de estas problemáticas.

3. Realizar programas de apoyo al desarrollo de políticas relacionadas con aspectos tales como eficiencia energética de industrias y edificaciones, incluida la construcción de viviendas sociales; producción limpia; uso de biocombustibles en la industria; perfeccionamiento de la normativa de los sectores exportadores competitivos e internalización de las externalidades en la evaluación de los proyectos de inversión pública y privada. En general, analizar las opciones y cobeneficios del tránsito hacia economías con baja emisión de carbono.
4. Fomentar y compartir las experiencias en materia de diseño de proyectos para el mercado de carbono, particularmente en el caso de los programas de acción, los proyectos agrupados y los proyectos de reducción de las emisiones causadas por la deforestación y la degradación de los bosques.
5. Cooperar en la adaptación de las instituciones y facilidades financieras nacionales a los requerimientos específicos de los proyectos de mitigación de los efectos del cambio climático.
6. Aumentar el número de organizaciones regionales acreditadas cuyos costos de operación y de gestión sean inferiores a los de las extrarregionales y que conozcan las características específicas de la región.
7. Coordinar los distintos enfoques a fin de aumentar el peso relativo de la región y acceder conjuntamente a los fondos internacionales para la creación de capacidades y la transferencia de tecnologías.
8. Acordar las reformas necesarias de los mercados de carbono, incluida la evaluación de los mecanismos utilizados para financiar las medidas de adaptación.
9. Coordinar las políticas de fomento de las inversiones de menor contenido de carbono.
10. Proteger las líneas de base mediante una temprana identificación.

La región tiene un amplio espacio para avanzar en la elaboración de una agenda propia en materia de cambio climático, basada tanto en la cooperación Sur-Sur como en la Norte-Sur, por medio de la cual el medio ambiente y el desarrollo económico se benefician entre sí.

## C. Resumen

- Las negociaciones del segundo período de compromisos (después de 2012) introducen variantes en el régimen global que, además de profundizar las obligaciones de los países desarrollados en cuanto a las medidas de mitigación apropiadas para cada país, podrían traducirse en compromisos por sectores y de los países en desarrollo sobre la base de criterios de responsabilidad y capacidad (PIB per cápita y emisiones per cápita). En futuras negociaciones podría reclamarse la reducción de emisiones en un número creciente de países en desarrollo —incluidos los de América Latina y el Caribe— para mantener la seguridad climática y estabilizarlas en esos niveles. Es preciso considerar la hipótesis de un futuro con limitado acceso general al servicio ambiental de sumidero de la atmósfera.

- En la región se han dado algunos pasos tendientes a reducir las emisiones sobre la base de criterios de desarrollo económico y de sostenibilidad interna. En este sentido, sería importante contar con mecanismos de protección de la línea de base que reflejen adecuadamente los avances alcanzados, sobre todo frente a futuras exigencias de mitigación.
- Para la región es importante que en los mecanismos de pago de los servicios ambientales se reconozca la contribución de la conservación de bosques y del manejo adecuado del suelo a la seguridad climática y a los esfuerzos de mitigación de las emisiones. La reducción de las emisiones causadas por la deforestación y la degradación de bosques debe formar parte de los mecanismos de mercado del régimen climático. Incluso ante la posibilidad de que aumente la oferta de certificados de reducción de emisiones generados por menores cambios en el uso del suelo, debería preverse un mayor esfuerzo de reducción en el mundo desarrollado que responda a esta situación, lo que tendría beneficios económicos (estabilidad en los precios de las reducciones) y climáticos para el régimen internacional.
- Dada la débil presencia de la región en el contexto internacional, es preciso mejorar los mecanismos de coordinación a fin de participar en las negociaciones globales con una agenda regional propia, emprender iniciativas coordinadas de mejora económico-ambiental y establecer prioridades concertadas en materia de acceso a los fondos de cooperación internacional para la adaptación y la mitigación. Se requiere una mayor coordinación regional en torno a la agenda de cambio climático y desarrollo, así como un mejor conocimiento de sus implicaciones económicas.





## Bibliografía

- Acquatella, Jean (2008), “Energía y cambio climático: oportunidades para una política energética integrada en América Latina y el Caribe”, Documento de proyecto, N° 218 (LC/W.218), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), diciembre.
- Adger, N. y otros (2007), “Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity”, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Aguilar, A. (2004), “Los asentamientos humanos y el cambio climático global”, *Cambio climático: una visión desde México*, J. Martínez y A. Fernández (comps.), México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SERMANAT)/Instituto Nacional de Ecología.
- AIE/OCDE (Agencia Internacional de Energía/Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2007a), *Key World Energy Statistics, 2007*, París.
- \_\_\_\_\_ (2007b), *Energy Use in the New Millennium. Trends in IEA countries*, París.
- \_\_\_\_\_ (2007c), *World Energy Outlook, 2007*, París.
- \_\_\_\_\_ (2006), *World Energy Outlook, 2006*, París.
- Allison, E. y otros (2005), “Effects of climate change on the sustainability of capture and enhancement fisheries important to the poor: analysis of the vulnerability and adaptability of fisherfolk living in poverty”, *Summary Report*, Project N° R4778J, Departamento de Desarrollo Internacional del Gobierno del Reino Unido.
- Altomonte, Hugo y otros (2008), “América Latina y el Caribe frente a la coyuntura energética internacional: oportunidades para una nueva agenda de políticas”, Documento de proyecto, N° 220 (LC/W.220), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), diciembre.
- American Academy of Pediatrics (2007), “Global climate change and children’s health”, *Pediatrics*, vol. 120, Committee on Environmental Health (COEH).
- Arnell, N. (2004), “Climate change and global water resources: SRES scenarios emissions and socio-economic scenarios”, *Global Environmental Change*, vol. 14.
- Banco Mundial (2008a), *Comercio internacional y cambio climático; perspectivas económicas legales e institucionales*, Washington, D.C., Mayo.
- \_\_\_\_\_ (2008b), “Comunicado de prensa”, N° 009/092/SDN, 26 de septiembre.
- \_\_\_\_\_ (2007), *Environment Matters. Climate Change and Adaptation*, Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_ (2006), “Annex K. The costs of impacts of climate change and adaptation”, *Clean Energy and Development: Towards an Investment Framework*, Washington, D.C.

- Banco Mundial/IETA (International Emissions Trading Association) (2009), *State and Trends of the Carbon Market 2008*, Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_ (2008), *State and Trends of the Carbon Market 2008*, Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_ (2007), *State and Trends of the Carbon Market 2007*, Washington, D.C.
- Bárcena, Alicia (2009a), “Institucionalidad y financiamiento para los bienes públicos globales: el caso del cambio climático”, Santiago de Chile, inédito.
- \_\_\_\_\_ (2009b), “Conferencia magistral”, seminario Sesenta años de la CEPAL: Contribuciones al pensamiento del desarrollo de América Latina y el Caribe y México, México, D.F., 24 de noviembre.
- \_\_\_\_\_ (2008), “Texto inaugural”, Taller regional del Cono Sur sobre energía sostenible. Cooperación e integración energética: en busca de un equilibrio sostenible, 11 de julio.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2005), “Water and the Millennium Development Goals and the necessary investments in Latin America and the Caribbean”, documento presentado en la cuadragésima sexta Reunión Anual de la Asamblea de Gobernadores del Banco Interamericano de Desarrollo, Okinawa, 10 al 12 de abril.
- Biringer, J. y otros (2005), “Biodiversity in a changing climate: a framework for assessing vulnerability and evaluating practical responses”, *Tropical Forests and Adaptation to Climate Change: in Search of Synergies*, C. Robledo, M. Kanninen y L. Pedroni (eds.), Bogor, Centro Internacional de Investigación Forestal.
- Bin, S. y R.C. Harris (2007), “Talking carbon: implications of US-China trade”, *Climate, Equity and Global Trade: Selected Issue Briefs*, N° 2, Ginebra, Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible.
- BNDES (Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social) (2008), *Bioetanol de caña de azúcar: energía para el desarrollo sostenible*, noviembre.
- Bosello, F. y J. Zhang (2005), “Assessing climate change impacts: agriculture”, *Working Paper*, N° 94, 2005, Milán, Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Brown, M. y C. Funk (2008), “Food security under climate change”, *Science*, vol. 319, 1 de febrero.
- Burton, I. (2004), “Climate change and the adaptation deficit”, *Climate Change: Building the Adaptive Capacity*, A Fenech y otros (eds.), Toronto, Meteorological Service of Canada.
- Casassa, G. (2007), “El efecto del calentamiento global en los glaciares. Cambio climático: recursos hídricos y glaciares: testigos y víctimas del cambio climático”, *Actas del seminario cambio climático: ¿cuáles son las consecuencias para nuestro futuro?*, Santiago de Chile, Editorial Aún creemos en los sueños.
- Campbell-Lendrum, D. y C. Corvalán (2007), “Climate change and developing-country cities: implications for environmental health and equity”, *Journal of Urban Health*, vol. 84, mayo.
- Campbell-Lendrum, D. y R. Woodruff (2007), “Climate change: quantifying the health impact at national and local levels”, *Environmental Burden of Disease Series*, N° 14.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2009), *La reacción de los gobiernos de las Américas frente a la crisis internacional: una presentación sintética de las medidas de política anunciadas hasta el 30 de septiembre de 2009* (LC/L.3025/Rev.5) Santiago de Chile, octubre.
- \_\_\_\_\_ (2008a), *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades* (LC/G.2367(SES.32/3)), Santiago de Chile, mayo.
- \_\_\_\_\_ (2008b), *La inversión extranjera en América Latina y el Caribe, 2007* (LC/G-P.2360), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.08.II.G.11.
- \_\_\_\_\_ (2007a), *Addressing the impacts of climate change: focus on the Caribbean* (LC/CAR/L.149), Puerto España, sede subregional de la CEPAL para el Caribe, diciembre.
- \_\_\_\_\_ (2007b), “Agricultura, desarrollo rural, tierra, sequía y desertificación: resultados, tendencias y desafíos para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe”, *Documentos de proyectos*, N° 192 (LC/W.192), Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_ (2007c), “Caribbean economies 2006: a preliminary overview”, *serie Estudios y perspectivas*, N° 1 (LC/CAR/L.113), Puerto España, sede subregional de la CEPAL para el Caribe, marzo. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E.07.II.G.37.

- \_\_\_\_\_ (2007d) *Panorama social de América Latina y el Caribe, 2007* (LC/G.2351-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.07.II.G.124.
- \_\_\_\_\_ (2007e), “Energía, desarrollo industrial, contaminación del aire y la atmósfera y cambio climático en América Latina y el Caribe: nuevas políticas, experiencias, mejores prácticas y oportunidades de cooperación horizontal”, *Documentos de proyectos*, N° 154 (LC/W.154), Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_ (2007f), “La economía del cambio climático en Centroamérica” [en línea] <http://www.eclac.org/mexico/cambioclimatico/estudio.html>.
- \_\_\_\_\_ (2002), “Vulnerabilidad socioambiental”, *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades*, Libros de la CEPAL, N° 68 (LC/G.2145/Rev.1-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.02.II.G.48.
- Christensen, J.H. y A.B. Hewitson (2007), “Regional climate projections”, *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press.
- Conde-Álvarez, C. y Saldaña-Zorrilla, Sergio (2007), “Cambio climático en América Latina y el Caribe: impactos, vulnerabilidad y adaptación”, *Ambiente y desarrollo*, vol. 23, N° 2, Santiago de Chile.
- Conde, C. y otros (2004), “Impactos del cambio climático en la agricultura en México”, *Cambio climático: una visión desde México*, J. Martínez, y A. Fernández (comps.), México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología.
- CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente) (2006), *Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI*, Santiago de Chile, Departamento de Geofísica, Universidad de Chile.
- Centro de Ciencias de la Atmósfera (s/f), “Cambio climático y radiación solar”, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) [en línea] <http://www.atmosfera.unam.mx/cclimatico/index.html>.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) (2007a), *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*, octubre.
- \_\_\_\_\_ (2007b), “National communications from non-Annex I parties” [en línea] [http://unfccc.int/national\\_reports/non-annex\\_i\\_natcom/items/2716.php](http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2716.php).
- \_\_\_\_\_ (2007c), “Climate change: impacts, vulnerabilities and adaptation in developing countries” [en línea] <http://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf>.
- \_\_\_\_\_ (2005), *Sexta compilación y síntesis de las comunicaciones nacionales iniciales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención* (UNFCCC/SBI/2005/18/Add.5), octubre.
- \_\_\_\_\_ (1997), Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [en línea] <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>.
- Coviello, M. (2006), “Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe. Dos años después de la conferencia de Bonn”, *Documentos de proyectos*, N° 100 (LC/W.100 Rev.2), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Dixon, J.A. y S. Pagiola (2000), *Local Costs, Global Benefits: Valuing Biodiversity in Developing Countries*, Washington, D.C., Departamento de Medio Ambiente, Banco Mundial.
- Easterling, W.E. y otros (2007), “Food, fibre and forest products”, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- EIRD (Estrategia Internacional de Reducción de Desastres) (2007), “Terminología: términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres” [en línea] <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>.
- Eguren, L. (2007), “Mercado de energías renovables y mercado del carbono en América Latina: estado de situación y perspectivas”, *serie Recursos naturales e infraestructura*, N° 119 (LC/L.2672-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.07.G. II.22.
- El Universal* (2008), “Entrevista de Jorge Cisneros a Alicia Bárcena, Secretaria Ejecutiva de la CEPAL”, México, D.F., 5 de agosto.
- EPA (Organismo de Protección del Medio Ambiente), (2006), *Global Anthropogenic Non-CO2 Greenhouse Gas Emissions: 1990 – 2020*, Washington, D.C.

- Executive Office of the President (1998), *The Kyoto Protocol and the President's Policies to Address Climate Change: Administration Economic Analysis*, Washington, D.C.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2007a), *Situación de los bosques del mundo, 2007*, Roma.
- \_\_\_\_\_ (2007b), "Building adaptive capacity to climate change. Policies to sustain livelihoods and fisheries. New directions in fisheries", *A Series of Policy Briefs on Development Issues*, N° 08, Roma.
- \_\_\_\_\_ (2006), *Anuario estadístico de la FAO, 2005-2006*, vol. 1, Roma.
- \_\_\_\_\_ (2003), *World Agriculture: towards 2015/2030. A FAO Perspective*, Jelle Bruinsma (ed.), Londres, Earthscan Publications Ltd.
- Fish, M.R. (2005), "Predicting the impact of sea level rise on Caribbean sea turtle nesting habitat", *Conservation Biology*, vol. 19.
- Fish, M. y otros (2005), *Conservation Biology*, vol. 19, N° 2, abril.
- Fischer, G. y otros (2007), "Climate change impacts on irrigation water requirements: effects of mitigation, 1990–2080", *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 74.
- FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial) (2008), "The GEF Project database" [base de datos en línea] <http://gefonline.org/home.cfm>.
- Galindo, L.M. (2009), *La economía del cambio climático en México*, México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Gay, C. y otros (2004), "Impactos potenciales del cambio climático en la agricultura: escenarios de producción de café para el 2050 en Veracruz (México)", *El clima, entre el mar y la montaña*, UC Series A, N° 4.
- Gielen, D. e Y. Moriguchi (2002), "CO2 in the iron and steel industry: an analysis of Japanese emission reduction potentials", *Energy Policy*, vol. 30.
- Ghini, R. y otros (2008), "Risk analysis of climate change on coffee nematodes and leaf miner in Brazil", *Pesquisa agropecuária brasileira*, vol. 43, N° 2.
- Giménez, A. (2006), "Climate change and variability in the mixed crop/livestock production systems of the Argentinean, Brazilian and Uruguayan Pampas", *Final Report Submitted to Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change (AIACC)*, Project N° LA 27F, Washington, D.C., Secretaría del Sistema de Análisis, Investigación y Capacitación (START).
- Gobierno de Argentina (2005), *Segunda comunicación nacional de cambio climático*, Proyecto GEF (BIRF PF 51286 AR), octubre.
- Gobierno de Bolivia (2000), "Primera comunicación nacional Bolivia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", La Paz.
- Gobierno de Colombia (2001), "Primera comunicación nacional Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Bogotá.
- Gobierno de Costa Rica (2000), "Primera comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", San José.
- Gobierno de Ecuador (2000), "Primera comunicación nacional Ecuador ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Quito.
- Gobierno de El Salvador (2000), "Primera comunicación nacional El Salvador ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", San Salvador.
- Gobierno de Guyana (2002), "Primera comunicación nacional de Guyana ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Georgetown.
- Gobierno de México (2006), "Tercera comunicación nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", México, D.F.
- Gobierno de Uruguay, (2000), "Primera comunicación nacional de Uruguay ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Montevideo.
- Gobierno del Perú (2001), "Primera comunicación nacional de Perú ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Lima.
- Hajat, S. y otros (2005), "Mortality displacement of heat-related deaths: a comparison of Delhi, São Paulo, and London", *Epidemiology*, vol. 16, N° 5.

- Hope, C. (2005), "Integrated assessment models", *Climate-Change Policy*, D. Helm (comp.), Oxford, Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_ (2003), "The marginal impacts of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and SF<sub>6</sub> emissions", *Judge Institute of Management Research Paper*, N° 2003/10, Cambridge, Universidad de Cambridge.
- Holm Olsen, K. (2005), *The Clean Development Mechanism's Contribution to Sustainable Development: a Review of the Literature*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- INPE (Instituto Nacional de Investigaciones Ambientales) (2007), "Atlas de cenários climáticos futuros para o Brasil" [en línea] [http://www6.cptec.inpe.br/mudancas\\_climaticas/prod\\_probio/Atlas.pdf](http://www6.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas/prod_probio/Atlas.pdf).
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) (2007a), *Cambio climático 2007: impactos y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al cuarto informe de evaluación del IPCC. Resumen para responsables de políticas*, M.L. Parry y otros (eds.), Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2007b), *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra.
- \_\_\_\_\_ (2007c), *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2007d), *Climate Change 2007 - Mitigation on Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (2001), *Cambio climático 2001: informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al tercer informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra.
- \_\_\_\_\_ (2000), *Resumen para responsables de políticas. Escenarios de emisiones. Informe especial del Grupo de trabajo III del IPCC*, Ginebra.
- \_\_\_\_\_ (1995), *Segunda evaluación: cambio climático 1995. Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra.
- \_\_\_\_\_ (1990), *First Assessment Report. Scientific Assessment of Climate Change. Report of Working Group I*, J.T. Houghton, G.J. Jenkins y J.J. Ephraums (eds.), Cambridge University Press.
- Jacobson, M.Z. (2008), "On the causal link between carbon dioxide and air pollution mortality", *Geophysical Research Letters*, vol. 35.
- Jiménez, J.P. y V. Tromben (2006), "Política fiscal y bonanza: impacto del aumento de los precios de los productos no renovables en América Latina y el Caribe", *Revista de la CEPAL*, N° 90 (LC/G.2323-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), diciembre.
- Jones, P. y P. Thornton (2003), "The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055", *Global Environmental Change*, vol. 13.
- Kaimowitz, D. y A. Angelsen (1999), "The World Bank and non-forest sector policies that affect forests: background paper for the World Bank's Forest Policy and Strategy", Bogor, Center for International Forest Research.
- Klein, R.J.T. (2007), "Inter-relationships between adaptation and mitigation", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.
- Kundzewicz, Z.W. y otros (2007), "Freshwater resources and their management", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.
- Levine, M.D. y otros (2007), "Residential and commercial buildings", *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Lobell, D. y otros (2008), "Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030", *Science*, vol. 319, 1 de febrero.

- Magrin, G. (2007), “Implicancia del cambio climático en los sistemas de producción agropecuaria: posibles reacciones del sector”, *La agricultura, ¿Otra víctima del cambio climático? Seminario cambio climático, ¿cuáles son las consecuencias para nuestro futuro?*, serie Le Monde diplomatique, N° 70, Santiago de Chile, Aún creemos en los sueños.
- Magrin, G. y C.O. Canziani (2007), *Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y potencial de la vulnerabilidad en América Latina y el Caribe*, Lima.
- Magrin, G. y otros (2007), “Latin America”, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Magrin, G., M. Travasso y G. Rodríguez (2005), “Changes in climate and crops production during the 20th century in Argentina”, *Climatic Change*, vol. 72.
- McCracken, C. y otros (1999), “The economics of the Kyoto Protocol”, *Energy Journal Special Issue*.
- McGray, H., A. Hammill y R. Bradley (2007), *Weathering the Storm: Options for Framing Adaptation and Development*, Washington, D.C., Instituto de los Recursos Mundiales.
- McMichael, A.J. y otros (2001), “Human health”, *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, J. McCarthy y otros (eds.), Cambridge University Press.
- McMichael, A.J. y otros (2004), “Climate change”, *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease due to Selected Major Risk Factors*, M. Ezzati y otros (eds.) Ginebra, Organización Mundial de la Salud.
- Mimura, N. y otros (2007), “Small islands”, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Naciones Unidas (2008), “Indicadores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio” [base de datos en línea] <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Search.aspx?q=emissions>.
- Nagy, G. y otros (2006), “Understanding the potential impact of Climate Change and variability in Latin America and the Caribbean” [en línea] <http://www.hm-treasury.gov.uk/d/Nagy.pdf>.
- Nicholls, R.J. y otros (2007), “Coastal systems and low-lying areas”, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2008a), *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change. Costs, Benefits and Policy Instruments*, París.
- \_\_\_\_\_ (2008b), *Environmental Outlook to 2030*, París.
- OCDE/SERMANAT/ITF (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México/Foro de Transporte Sustentable), “Foro global de desarrollo sustentable: transporte y medio ambiente en un mundo globalizado”, Guadalajara, 10 al 12 de noviembre.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2008), *Cambio climático y salud. Informe de la Secretaría* (EB122/4), 16 de enero.
- \_\_\_\_\_ (2003), *Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen*, Ginebra.
- OMS/UNICEF (Organización Mundial de la Salud/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) (2007), “Joint Monitoring Programme for water supply and sanitation” [en línea] <http://www.wssinfo.org/en/welcome.html>.
- OMT (Organización Mundial del Turismo) (2007a), *Declaración de Davos. Cambio climático y turismo: responder a los retos mundiales*, 3 de octubre.
- \_\_\_\_\_ (2007b), *Datos esenciales del turismo de la OMT, 2007*.
- \_\_\_\_\_ (2003), *Background Paper on Climate Change and Tourism*, Graham Todd (ed.), Travel Research International Limited, marzo.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud) (2007a), *Salud en las Américas, 2007*, Regional, vol. 1, N° 622, Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_ (2007b), “Dengue in the Americas: 2007 summary”, *EID Updates: Emerging and Reemerging Infectious Diseases, Region of the Americas*, vol. 4, N° 8, 16 de abril.
- OTC (Organización de Turismo del Caribe) (2005), “Caribbean Tourism Performance, 2005” [en línea] <http://www.onecaribbean.org/statistics/annualoverview/>.

- Sylvie Padilla y Pierre Galio ADEME – French Agency for Environment and Energy Management Angers, France. The “Bilan Carbone®”. Overview of a carbon balance method allowing to evaluate companies’ exposure to fossil energy costs fluctuation. ECEEE 2007 SUMMER STUDY • SAVING ENERGY – JUST DO IT!
- Parry, M.L. y otros (2004), “Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios”, *Global Environmental Change*, vol. 14, N° 1.
- Pérez-García, J. y otros (2002), “Impacts of climate change on the global forestall sector”, *Climate Change*, vol. 54.
- Peters, G. y E. Hertwich (2007), *CO2 Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy*, Universidad Noruega de Ciencias y Tecnologías.
- Pinto, H. y otros (2002), “O aquecimento global e a agricultura”, *Com ciencia*, N° 34, agosto.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2007), *Informe sobre desarrollo humano, 2007-2008*, Nueva York, Grupo Mundi-Prensa.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2008), “UNEP Risoe CDM/JI Pipeline Analysis and Database” [base de datos en línea] <http://cdmpipeline.org/> [fecha de consulta: 8 de agosto].
- \_\_\_\_\_ (2007), *GEO América Latina y el Caribe: perspectivas del medio ambiente, 2007*, México, D.F.
- \_\_\_\_\_ (2003), *GEO América Latina y el Caribe: perspectivas del medio ambiente, 2003*, México, D.F.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)/Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades Realizadas en Tierra (2001), *Municipal Waste Water as a Land-based Source of Pollution in Coastal and Marine Areas of Latin America and the Caribbean*, México, D.F.
- PNUMA/SEMARNAT (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México) (2006), *El cambio climático en América Latina y el Caribe*, México, D.F.
- Reid, P.C. y otros (1998), “Phytoplankton change in the North Atlantic”, *Nature*, vol. 391.
- Roffe, P. y M. Santa Cruz (2007), “Intellectual property rights and sustainable development: a survey of major issues”, *Documentos de proyectos*, N° 161 (LC/W.161), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Rosenzweig, C. y otros (2004), “Water resources for agriculture in a changing climate: international case studies”, *Global Environmental Change*, vol. 14, N° 4.
- Ruostenoja, K. y otros (2003), “Future climate in world regions: an intercomparison of model-based projections for the new IPCC emissions scenarios”, *The Finish Environment*, vol. 644.
- Romo, D. (2007), “La competitividad exportadora de los sectores ambientalmente sensibles y la construcción de un patrón exportador sostenible en América latina y el Caribe”, *Documentos de proyectos*, N° 148 (LC/W148), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Saldaña-Zorrilla, S.O. (2008), “Stakeholders’ views in reducing rural vulnerability to natural disasters in Southern Mexico: hazard exposure, coping and adaptive capacity”, *Global Environmental Change*, vol. 18.
- \_\_\_\_\_ (2007), “Socioeconomic vulnerability to natural disasters in Mexico: rural poor, trade and public response”, *serie Estudios y perspectivas*, N° 92 (LC/MEX/L.819), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México, noviembre. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E.07.II.G.155.
- Sánchez, T. (2004), “Evaluación de la vulnerabilidad en zonas industriales”, *Cambio climático: una visión desde México*, J. Martínez y A. Fernández (comps.), México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SERMANAT)/Instituto Nacional de Ecología.
- Schmidhuber, J. y F. Tubiello (2007), “Global food security under climate change”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, N° 50.
- Scott, D. (2006), “Climate change and sustainable tourism in the 21st century”, *Tourism Research: Policy, Planning, and Prospects*, J. Cukier (ed.), Departamento de Geografía, Universidad de Waterloo.



- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2009), *Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012*, México, D.F., publicado en el Diario Oficial de la Federación en su edición vespertina el viernes 28 de agosto [en línea] <http://dof.gob.mx/PDF/280809-VES.pdf>.
- Smith, B. y otros (2001), "Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Sohngen, B., R. Mendelsohn y R. Sedjo (2001), "A global model of climate change impacts on timber markets", *Resource Economics*, vol. 26.
- Stern, Nicholas (2006), *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Londres, Cambridge University Press.
- Susmita, D. y otros (2007), "The impact of sea level rise on developing countries: a comparative analysis", *World Bank Policy Research Working Paper*, N° 4136, febrero.
- Tucci, C.E.M. (2001), "Urban drainage in specific climates", *Urban Drainage in Humid Tropics*, vol. 1, Technical Documents in Hydrology Series, París, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Universidad de Lovaina (2008), "EM-DAT: Emergency Events Database" [base de datos en línea] <http://www.em-dat.net>.
- Vergara, W. (2007), "Visualizing future climate in Latin America: results from the application of the earth simulator. Latin America and Caribbean Region", *Working Paper*, N° 30, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Warren, R. y otros (2006), "Understanding the regional impacts of climate change", *Tyndall Centre Working Paper*, N° 90.
- WBSCD (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible) (2004a), "IEA/SMP model documentation and reference case projection" [en línea] <http://www.wbcsd.org/web/publications/mobility/smp-model-document.pdf>.
- \_\_\_\_\_ (2004b), *Mobility 2030: Meeting the Challenges to Sustainability* [en línea] <http://www.wbcsd.ch/>.
- Wilbanks, T.J. y otros (2007), "Industry, settlement and society", *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Wilkinson, C. y D. Souter (2008), *Status of Caribbean Coral Reefs after Bleaching and Hurricanes in 2005*, Townsville, Red mundial de vigilancia de los arrecifes de coral/Centro de investigación de los corales y el bosque lluvioso.
- Winpenny, J. (2003), *Financing Water for All*, Consejo Mundial del Agua/Asociación Mundial para el Agua.
- WRI (Instituto de los Recursos Mundiales) (2008), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 5.0", Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_ (2005), *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Washington, D.C., Island Press.
- Zapata, R. (2006), "Los efectos de los desastres en 2004 y 2005: la necesidad de adaptación de largo plazo", *serie Estudios y perspectivas*, N° 54 (LC/MEX/L.733), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.06.II.G.123.